

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**TURBO- SHAFT MOTORLAR
525MT0048**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ- 1	3
1. TURBO-SHAFT MOTORLAR SÜRÜCÜ SİSTEMLERİ	3
1.1. Turbo-Shaft Motorların Çalışması	3
1.2. Turbo-Shaft Motorların Ana Bölümleri	3
1.2.1. Hava Giriş Kısım	4
1.2.2. Kompresör Kısım	6
1.2.3. Yayıcı Kısım	6
1.2.4. Yanma Kısım	7
1.2.5. Egzoz Kısım	8
UYGULAMA FAALİYETİ	10
ÖLÇME DEĞERLENDİRME	12
ÖĞRENME FAALİYETİ- 2	13
2. TURBO-SHAFT MOTORLARIN AZALTMA DIŞLILARI	13
2.1. Dişli Kutuları	13
2.2. Ana ve Kuyruk Rotoru	14
2.3. Ana Rotor	16
2.4. Rotor Şaft Parçaları	16
2.5. Ana Dişli Kutusundan Kuyruk Rotoruna	17
UYGULAMA FAALİYETİ	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	20
ÖĞRENME FAALİYETİ- 3	21
3. TURBO-SHAFT MOTORLARIN KUPLAJLARI (KAVRAMALARI)	21
3.1. Ana Güç Aktarma Sisteminin Görevleri	21
3.2. Motor - MGB Arası Bağlantı Şaftları	22
3.3. Ana Dişli Kutusu (MGB)	22
3.3.1. Ana Dişli Kutusu Elemanları	23
3.4. MGB Bağlantıları ve Askı Kolları	25
3.5. Rotor Freni	26
UYGULAMA FAALİYETİ	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	28
ÖĞRENME FAALİYETİ- 4	29
4. TURBO-SHAFT MOTORLARIN KUMANDA SİSTEMLERİ	29
4.1. Torkmetre Sistemi	29
4.2. Hareketli Hava Giriş Yön Kanatçıları Sistemi (Vigv)	31
4.3. Hava Tahliye Bandı Sistemi	31
4.4. Buz Önleme Sistemi – (Anti İce System – De İce System)	32
4.5. Dâhilî Soğutma Sistemi	34
4.6. Ateşleme Sistemi	34
4.7. Elektrik Sistemi	36
4.8. Egzoz Sistemi	36
4.9. Yağlama Sistemi	38
4.10. Yakıt Sistemi	41
4.11. Toz / Kum Ayırıcı Sistemi (Particle Separator-Air İnduction System)	44
UYGULAMA FAALİYETİ	46

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	48
MODÜL DEĞERLENDİRME	49
CEVAP ANAHTARLARI.....	51
KAYNAKÇA	53

AÇIKLAMALAR

KOD	525MT0048
ALAN	Uçak Bakım
DAL/MESLEK	Uçak Gövde Motor Teknisyenliği
MODÜLÜN ADI	Turbo-Shaft Motorlar
MODÜLÜN TANIMI	Turbo-shaft motorların sürücü sistemleri, azaltma dişlileri, bağlantıları ve kumanda sistemleri ile ilgili bilgilerin verildiği bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Turbo-Prop modülünü almış olmak
YETERLİK	Turbo-shaft motorların bakımını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uygun ortam sağlandığında bakım dokümanlarında (Aircraft Maintenance Manuel-AMM) belirtildiği şekilde turbo-shaft motorların bakımını yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Turbo-shaft motorların sürücü sistemlerinin bakımını bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yapabileceksiniz. 2. Turbo-shaft motorları redüksiyon dişlilerinin bakımını bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yapabileceksiniz. 3. Turbo-shaft motorların bağlantılarını bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde hatasız kontrol edebileceksiniz. 4. Turbo-shaft motorların kumanda sistemlerinin bakımını bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye, sınıf Donanım: Turbo-shaft motorlarının kesit modelleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gaz türbinli motor teknolojisi, günümüzde olduğu gibi gelecekte de hava taşımacılığının ve hava savunma sistemimizin bel kemiği olacaktır.

Bu modül ile helikopter motorlarında kullanılan turbo-shaft motorlar hakkında gerekli bilgiye sahip olacaksınız. Helikopterlerin hareket ve kontrol mekanizmaları hakkında gerekli bilgiyi öğrenecek; turbo-shaft motor sistemlerinin, redüksiyon dişlilerinin ve kumanda sistemlerinin bakımını yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Turbo-shaft motorların sürücü sistemlerinin bakımını bakım dokümanları (AMM)nda belirtildiği şekilde yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki askerî ve sivil havacılık merkezlerinden bilgi alarak turbo-shaft motorların parçaları ve çalışma sistemlerini araştırınız.
- İnternet üzerinden gerekli çalışmaları yaparak araştırmalarınızı rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu sınıfta sununuz.

1. TURBO-SHAFT MOTORLAR SÜRÜCÜ SİSTEMLERİ

1.1. Turbo-Shaft Motorların Çalışması

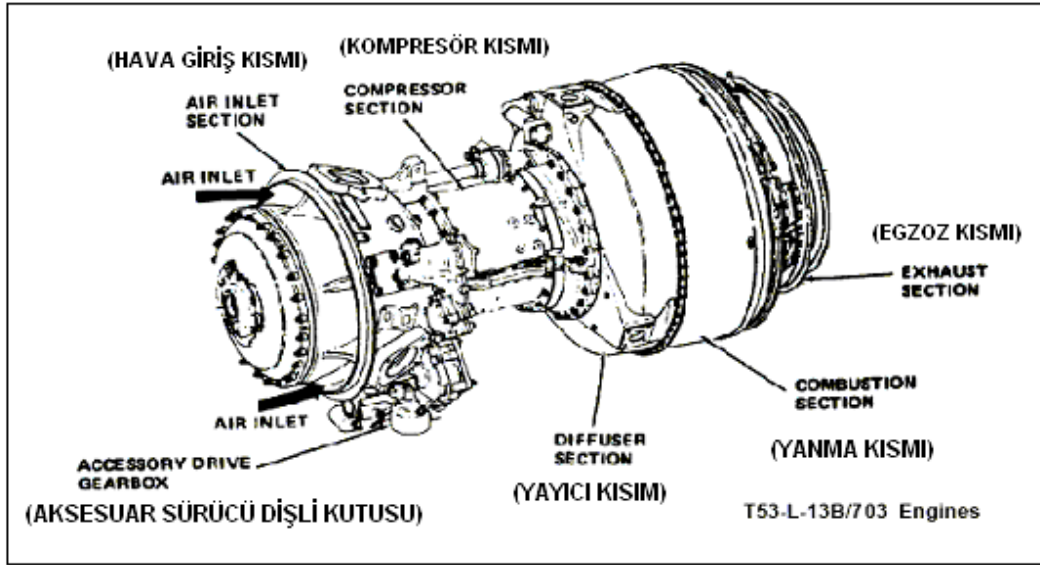
Turbo-shaft motorlar, askerî ve sivil tip helikopterlerde kullanılır. T53, T55, T63, T700, PT6 serisi motorları buna örnek verilebilir. Motor çıkış gücü bir shaft vasıtası ile aktarma organlarına (transmisyon) iletilir. Havanın motora girdiği andan çıkış anına kadar uğradığı değişimler, termodinamik kanunlarına göre gerçekleşir (ısı enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümü). Gazların durumunu belirleyen üç ana parametre vardır. Bunlar; basınç, sıcaklık ve hacimdir.

Her bir parametre arasında daima sabit bir ilişki vardır. Bir değer değişirse diğer iki değer de bir şekilde değişecektir.

Eğer pistona mekanik enerji uygulanırsa yine aynı sonuç alınır. Piston, silindir içindeki havayı sıkıştırarak yönde hareket ederse kapalı hacimdeki havanın basınç ve sıcaklığı değişir (her ikisi de artar).

1.2. Turbo-Shaft Motorların Ana Bölümleri

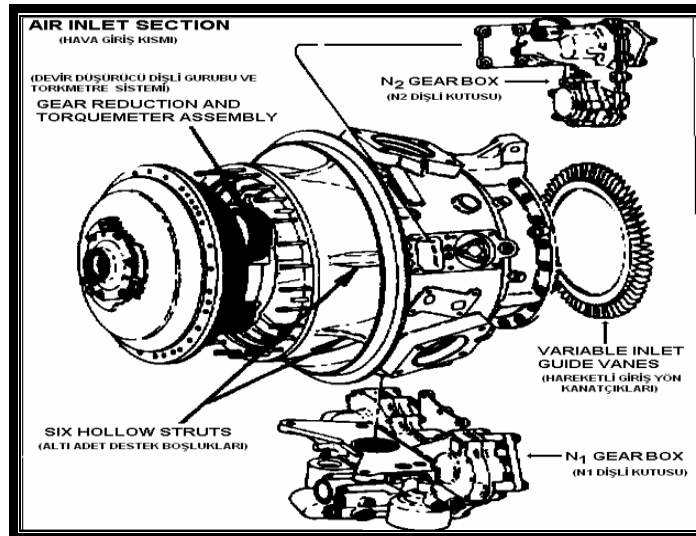
- Hava giriş kısmı (Air inlet section)
- Kompresör kısmı (Compressor section)
- Yayıcı kısım (Diffuser section)
- Yanma kısmı (Combustion section)
- Egzoz kısmı (Exhaust section) Şekil 1.1’de motorun ana kısımları gösterilmiştir.



Şekil 1.1: Motorun ana kısımları

1.2.1. Hava Giriş Kismi

Motorun ön kısmındadır ve magnezyum alaşımından iki parçalı olarak yapılmıştır. Parçalar arasında 6 adet içi boş kaide mevcuttur. 5'inden sıcak hava en alttaki 6'ncı kaideden ise motor giriş kısmını yağlayan yağın transferi sağlanır.



Şekil 1.2: Hava giriş kısmı

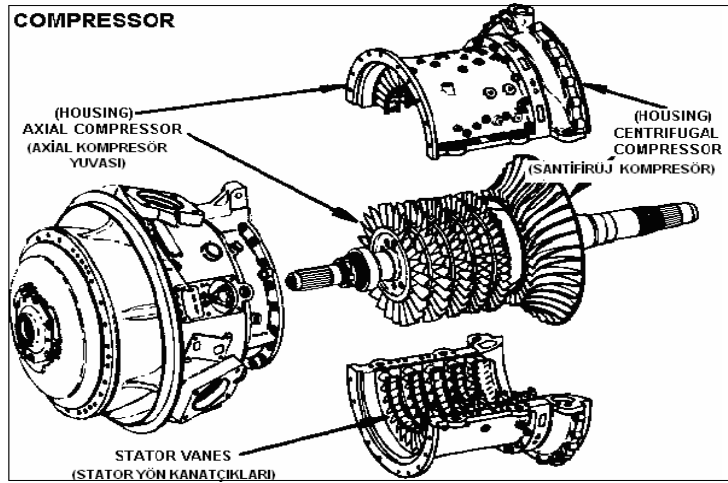
Şekil 1.2'de hava giriş kısımları gösterilmiştir. Motor giriş kısmında bulunan parçalar şunlardır:

- **İç ve dış yuva:** Motor hava kısmı, içindeki ve dışındaki parçalara yataklık eder.
- **Devir düşürme dişli gurubu (Reduction gearbox):** 3,22 Rpm N2 türbin devrini 1 Rpm devire düşürerek güç çıkış shaftına iletilmesini sağlar.
- **Torkmetre düzeni:** Motordan çekilen beygir gücünü tork basıncı olarak okutmayı sağlar.
- **Hava giriş yön kanatçıları:** Motora giren havanın miktarını ayarlar.
- **1 numaralı ana yatak:** Kompresör rotorunun ön ucunu destekler.
- **Güç shaft destek yatağı:** Güç shaftının ön kısmını destekler.
- **Yağ jetleri:** 3 adet olup devir düşürme dişli gurubunu yağlar.
- N1 dişli kutusu ve üzerinde monteli olan/hareket alan ana parçalar:
 - N1 takometre jeneratörü
 - Starter–stand by jeneratörü
 - Yakıt kontrol cihazı
 - Motor yağ pompası
 - Yağ hararet sensörü
 - Yağ basınç ayar valve
 - Yağ filtresi
 - Chip detektörü
- N2 Dişli kutusu ve üzerinde monteli olan /hareket alan ana parçalar:
 - N2 takometre jeneratörü
 - Aşırı hız govarnörü
 - Torkmetre sistem booster yağ pompası
 - Torkmetre sistem ayar valfi
- **Hava hararet hassas elemanı:** Motora giren havanın hararetini yakıt kontrol cihazına ileterek yakıtın ayarlanmasına yardımcı olur.
- **Devri sabit tutma regülatörü:** Dalış ve tırmanışlarda (kolektif levyenin aşağı yukarı hareketi) 6600 RPM olan motor uçuş N2 devrini ± 40 RPM tolerans dâhilinde sabit tutar.
- **Basınç anahtar ve transmitter kutusu:** Sistemlerle ilgili basınç anahtar ve transmitterleri üzerinde toplar. Bu parçalar;
 - Yağ basınç transmitteri (engine oil pressure transmitter)
 - Torkmetre yağ basınç transmitteri (torquemeter pressure transmitter)
 - Düşük yağ basınç ikaz anahtarı (engine oil pressure switch - 25 PSI)
 - Yakıt farklı basınç ikaz anahtarı (engine fuel pump pressure switch)
- **Motor bilgi plakası (Data plate):** Motor hakkındaki bilgilerin kayıtlı olduğu plakadır.
- **P1 basınç rekoru:** Motora giren havanın basıncını yakıt kontrol cihazına ileterek yakıtın otomatik olarak ayarlanmasını sağlar.

1.2.2. Kompresör Kısım

Motor için gerekli olan havayı temin eden kısımdır. Motorun verimli çalışması için havanın basıncını ve hızını artırır. Ana parçaları şunlardır:

- Kompresör rotoru: 5 adet eksenel (axial) ve 1 adet santrifüj kompresör rotorundan meydana gelmiştir. Şekil 1.3'te kompresör kısımları gösterilmiştir.
- Kompresör yuvaları: Üst ve alt yuva olmak üzere iki parçadan oluşur. Kompresör rotoru üzerine monte edilmişlerdir.
- Stator: Kompresör üst ve alt yuvaları içinde bulunan sabit kanatçıklardır.

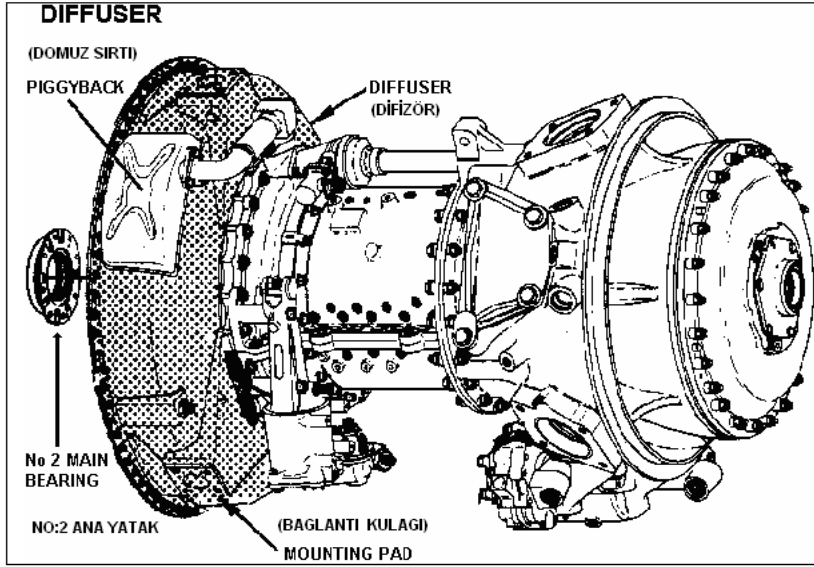


Şekil 1.3: Kompresör kısmı

1.2.3. Yayıcı Kısım

Kompresörden dönerik gelen havayı düzelterip yanma odasına gönderir ayrıca kullanılmak üzere motor dışına düzgün akışkanlı hava alınmasını sağlar. İki parçalı yapılmıştır (Şekil 1.4). Bu parçaları içi boş kanatçıklar birleştirir. Parçaları şunlardır:

- **İç ve dış yuva:** Yayıcı kısmın iç ve dış çerçevesini oluşturur. İç yuvanın iç yüzeyi içi boş bir saçla çepeçevre kaplanmıştır. Motor dışına alınacak hava burada durgunlaştırılır.
- **2 numaralı ana yatak:** Kompresör rotorunun arka kısmını destekler.
- **Domuz sırtı (Pigy back) ve P3 çıkışı:** Motor ve hava aracı üzerinde çeşitli sistemlerde kullanılmak üzere motor dışına havanın alındığı yerlerdir.
- **2 numaralı yatak yağ dönüşü:** İki numaralı ana yatağı yağlayan yağın dönüşünü sağlar.
- **TOT çıkışları:** Fabrikaca kullanılır.

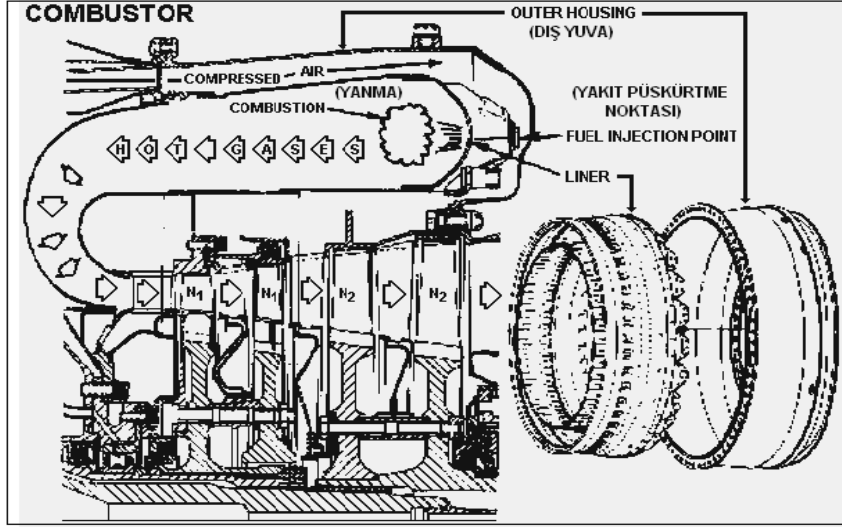


Şekil 1.4: Yayıcı kısmı

1.2.4. Yanma Kısımı

Motorunda yanmanın meydana geldiği ve gücün üretildiği kısımdır. Bu kısma türbinlere yuvalık ettiği için türbin kısmı da denir. Motorun en sıcak kısmıdır. Parçaları şunlardır:

- **Türbinler:** Motorunda dönüş hareketi ve gücün üretildiği dönen parçalardır.
- **Nozullar:** Türbinlere çarpan basınçlı gazların açısını ve türbinlerin dönüş yönünü ayarlayan ve üzerinde kanatçıklar olan sabit parçalardır.
- **Yanma odası iç gömleği ve reflektör:** Yanmanın olduğu ve basınçlı gazların yönlendirildiği parçalardır. Yanma odası iç gömleği motor modeline göre değişik yapılara sahiptir.
- **Yakıt tahliye valfi (Drain valve):** Yanma odasında ve ana yakıt manifoldlarında motorun stop edilmesi anında kalan yakıtın gövde altına tahliyesini sağlar.
- **Yakıt bölücü:** Yakıt kontrol cihazından gelen ana yakıtın basıncına göre birinci ve ikinci (primary-secondary) ana yakıt devresini ayarlar.
- **P4 çıkışı ve çek valfi (Check/purge valve) :** Yanma kısmından havanın alınıp ilk çalıştırma yakıt memelerinin soğutulmasını ve temizlenmesini sağlar. Yakıtın kurumlaşmasını önler.

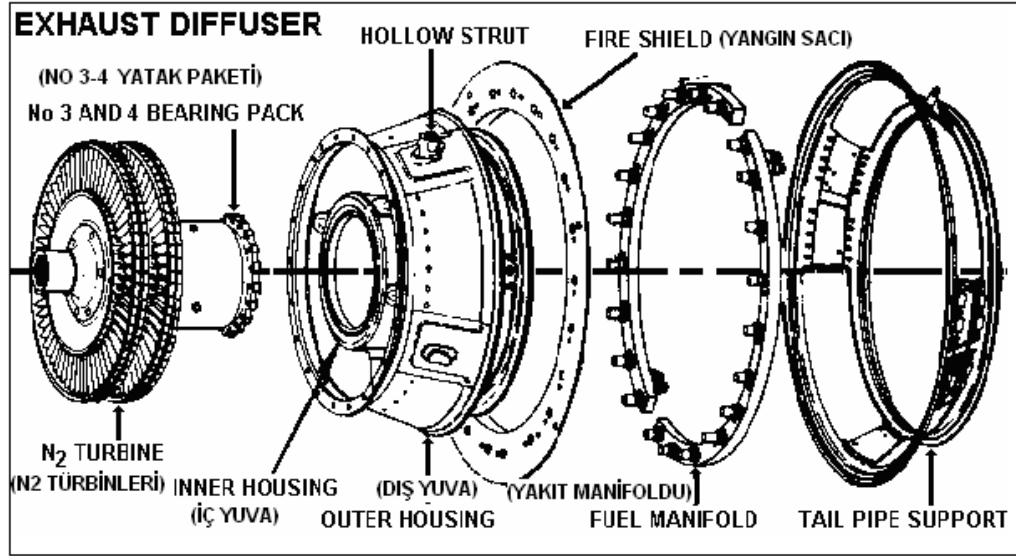


Şekil 1.5: Yanma kısmı

1.2.5. Egzoz Kısım

Yanmış gazların dışarı atılmasını sağlar. İki parçalı yapılmıştır. Bu iki parçayı içi boş olan 4 adet kaide birleştirir. Şekil 1.6’ da egzoz kısmı görülmektedir. Bu boş kaidelerden atmosfer havası geçirerek bu kısımdaki yatak grubu soğutulur. Ana parçaları ve üzerinde monteli olan parçalar şunlardır:

- **Egzoz difüzör:** Egzoz kısmını oluşturan ana parçadır.
- **3 ve 4 numaralı ana yatak grubu:** N2/Güç türbinlerini üzerinde taşır.
- **Termokupiller:** Kendi ürettikleri elektrik akımı ile çalışarak egzozdan atılan sıcak gazların hararetini ölçer.
- **Alev siperliği ve destek konisi:** Yakıt manifoldlarını ısı ve darbelerden korur.
- **Ana ve ilk çalıştırma yakıt manifoldları:** Yakıt kontrol cihazından gelen ana ve ilk çalıştırma yakıt memelerine aynı anda ve eşit olarak dağıtır.
- **Ana yakıt enjektörleri:** Ana yakıtın yanma odasına püskürtülmesini sağlayan parçalardır.
- **İlk çalıştırma yakıt enjektörleri:** İlk çalıştırma yakıtının yanma odasına püskürmesini sağlar, ana yakıt manifoldları üzerine monte edilmişlerdir.
- **Bujiler:** Motor yanma kısmına gelen yakıt hava karışımının yanması için kıvılcımı meydana getirir. Toplam 4 adettir.



Şekil 1.6: Egzoz kısmı

UYGULAMA FAALİYETİ

Turbo-shaft motorların sürücü sistemlerinin bakımını bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Turbo-shaft motorların ana bölümlerinden kompresör kısmını motordan söküp tekrar takınız. ➤ Turbo-shaft motorların ana bölümlerinden hava giriş kısmını inceleyiniz. ➤ Turbo-shaft motorların ana bölümlerinden yanma kısmındaki türbinlerin özelliklerini inceleyiniz. ➤ Turbo-shaft motorlarda yanma olayının nasıl gerçekleştiğini araştırınız. ➤ Turbo-shaft motorlarda yanma sonucu oluşan egzoz gazlarının motordan çıkışını inceleyiniz.	➤ Bu işlemler sırasında kompresörün görevini, yapısını, motor maketi üzerinde görerek öğreniniz. Sökme işlemine başlamadan önce güvenlik önlemlerini alınız. ➤ Hava giriş kısmını maket üzerinde görerek inceleyiniz. ➤ Yanma esnasında yakıtın motora püskürtülüş aşamasını ve yanma sonrası oluşan basıncın büyüklüğünü araştırınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2	Gerekli yardımcı aletleri tezgâha koydunuz mu?		
3	İşlem basamaklarını tespit ettiniz mi?		
4	Söktüğünüz kompresörün parçalarının yapısını, isimlerini ve görevlerini öğrendiniz mi?		
5	Söktüğünüz parçaların bakımını yaptınız mı?		
6	Söktüğünüz parçaların kontrolünü yaptınız mı?		
7	Söktüğünüz parçaların işlem sırasına göre tekrar montajını yaptınız mı?		
8	Montajını yaptığınız kompresörü çalıştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerin hangisi turbo-shaft motorun ana bölümlerindendir?
A) Hava giriş kısmı (Air inlet section)
B) Kompresör kısmı (Compressor section)
C) Yayıcı kısım (Diffuser section)
D) Tümü
2. Aşağıdakilerden hangisi motor giriş kısmında bulunan parçalardan değildir?
A) Devir düşürme dişli gurubu
B) Torkmetre
C) Kompresör yuvaları
D) Hava giriş yön kanatçıkları
3. Aşağıdakilerden hangisi motorda dönü ve gücün üretildiği dönen parçadır?
A) Kompresör
B) Türbin
C) Yanma odası iç gömleği ve reflektör
D) Nozul
4. Ana ve ilk çalıştırma yakıt manifoldları turbo shaft motorun hangi bölümünde bulunur?
A) Hava giriş kısmı
B) Kompresör kısmı
C) Egzoz kısmı
D) Yanma kısmı
5. Hava giriş yön kanatçıklarının görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Motora giren havanın miktarını ayarlar.
B) Havanın basıncını artırır.
C) Havayı temizler.
D) Havanın yönünü değiştirir.

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Torkmetre düzeni motordan çekilen tork basıncı olarak okutmayı sağlar.
7. Termokupiller kendi ürettikleri elektrik akımı ile çalışarak sıcak gazların hararetini ölçer.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Turbo-shaft motorların sürücü redüksiyon dişlilerinin bakımını bakım dokümanları (AMM)nda belirtildiği şekilde yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

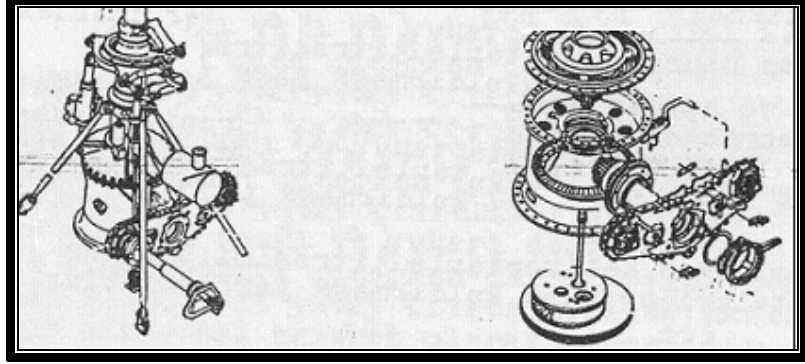
- Çevrenizdeki askerî ve sivil havacılık merkezlerinden bilgi alarak turbo-shaft motorların redüksiyon dişlilerini ve çalışma sistemlerini araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu sınıfta sununuz.

2. TURBO-SHAFT MOTORLARIN AZALTMA DIŞLİLERİ

2.1. Dişli Kutuları

Helikopterlerde dişli kutuları genellikle birden fazladır, görevleri şunlardır:

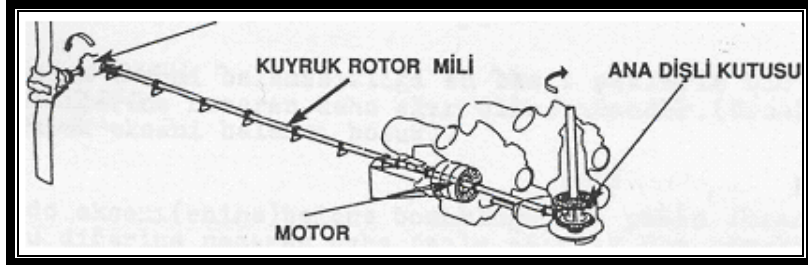
- Motordan mile gelen yüksek devirli dönme gücünün devrini düşürerek ana ve kuyruk rotorunu gereken devir sayılarında döndürmek
- Birden fazla motorlu helikopterlerde motorların gücünü birleştirmek (Tek motorla da çalışma sağlamak)
- Milin çıkış yönünü ve açısını değiştirmek
- Aksesuarları çalıştırmak (jeneratör, hidrolik pompası gibi)
- Rotor milinden gelen taşıma kuvvetini gövdeye aktarmak, gövdenin ağırlığını rotor miline dolayısıyla rotor göbeğine aktarmak
- Dişli kutularının dış gövdesi genel olarak döküm, dövme ve talaşlı işleme metallere (alüminyum, magnezyum alaşımları gibi) yapılmaktadır, tamamı kompozit (RTM metoduyla yapılmış) dişli kutusu gövdesi yapımı uygulanmaya başlanmıştır. Bu sayede % 25 ağırlık tasarrufu sağlanmış ve korozyon problemi ortadan kalkmıştır.



Şekil 2.1: Tipik bir helikopter ana dişli kutusu ve iç aksamı

Tahrik sistemi, motorun devreden çıkması hâlinde otomatik olarak dişli ile bağlantısını kesecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu işlemi sağlamak için dişli kutusu girişlerine boşa döndürücüler takılmıştır. Ayrıca bu dişliden beslenen diğer sistemler de herhangi bir uyumsuzluğa meydan vermeyecek şekilde tasarlanmıştır. Şekil 2.1’de helikopter ana dişli kutusu gösterilmiştir.

Ana dişli kutusu dönünün iletilmesi gereken yerde bulunur. Açı değişikliği ve güç aktarmaları iki konik çark üzerinden yapılır.



Şekil 2.2: Bir helikopterde motor ve dişli kutularının yerleşimi

Kuyruk rotoru dişli kutuları tahrik milinden aldığı dönü hareketini aynen veya daha düşük devire indirerek kuyruk rotoruna iletir. Ayrıca bu dişli kutusu, kuyruk rotoru pallerinin dönme düzleminin değişebilirliğini sağlamak için oynak bir yapıya sahiptir.

2.2. Ana ve Kuyruk Rotoru

Ana rotor; rotor pallerinin flaplama, sürüklerme, hatve hareketlerini sağlamak için üç ayrı eksenle hareket edebilir. Rotorların birçok çeşidi bulunmaktadır.

2.3. Ana Rotor

Ana rotor, helikopterin kalkış ve öne doğru uçuşunu sağlar. Ana rotor; rotor shaftı, rotor başı ve 4 adet palden meydana gelmiştir.

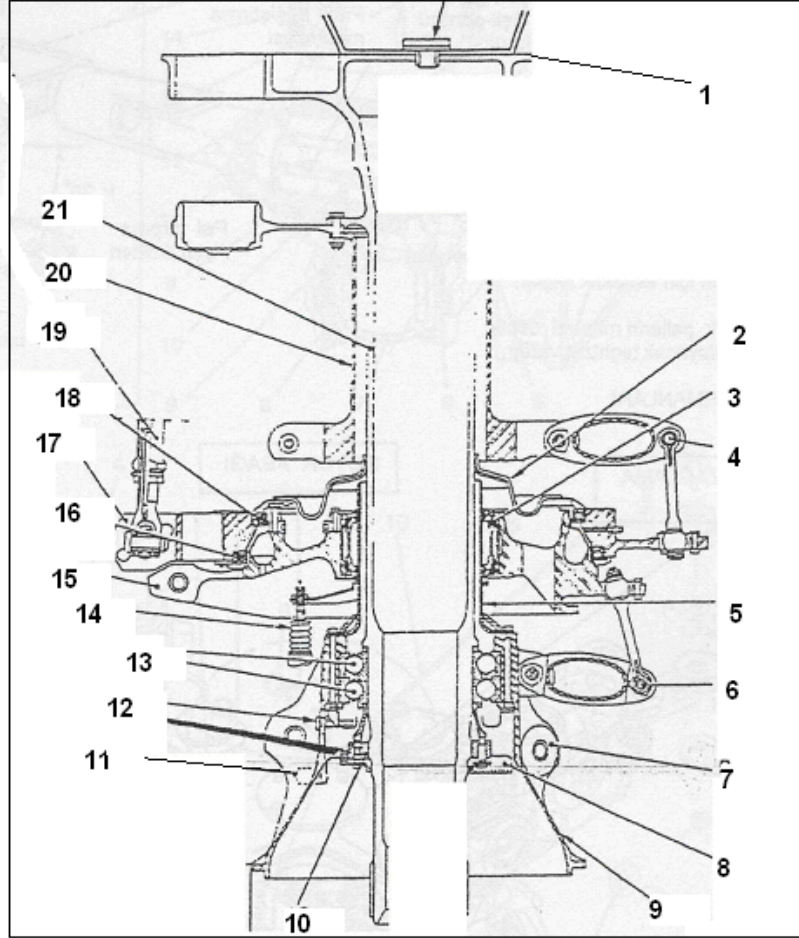
Ana dişli kutusuna emniyetlenmiş olan rotor shaftı rotor kaldırma gücünü gövdeye iletir ve rotor başını döndürür. Rotor shaftına bağlanan rotor başı, palleri tutar. Pal kaldırma kuvvetinin yuvasıdır ve rotor dönüşünün neticesinde meydana gelen yüklerin yok edildiği yerdir (Santrifüj kuvvetler, drag ve flapping yükleri).

Paller motorlardan aldıkları mekanik gücü aerodinamik güce dönüştürür (kaldırma kuvveti).

2.4. Rotor Shaft Parçaları

Rotor shaftı öne doğru 5° eğimlidir. Şekil 2.6'da rotor shaft parçaları gösterilmiştir.

- Üst flanş
- Toz kapağı
- Mafsallı bağlantı (Sayklic pitch değişikliklerini sağlar.)
- Döner makaslar (Taban tabana 2 makas)
- Swashpleyt kılavuzu (Kolektif pitch değişikliğini sağlar.)
- Sabit makas
- MGB bağlantı çubuğu bağlama kulağı
- Sesli disk (NR hissedilmesi için)
- Çan biçimi yuva
- Yatak sıkıştırma somunu
- Manyetik hissedici (Sesli diskin her iki tarafına birer adet yerleştirilmiştir.)
- Manyetik tapa (Yataklar için (15) metal çip dedektörü)
- Dört noktadan temaslı yataklar (Spesifik yükleri dağıtmak için)
- Pitch trasmitteri
- Dönmeyen yıldız bağlantı
- Yıldız bağları üzerindeki yatak
- Döner yıldız yatakları
- Pitch değiştirme çubuğu
- Döner makasların döndürücü adaptörü
- Rotor shaftı



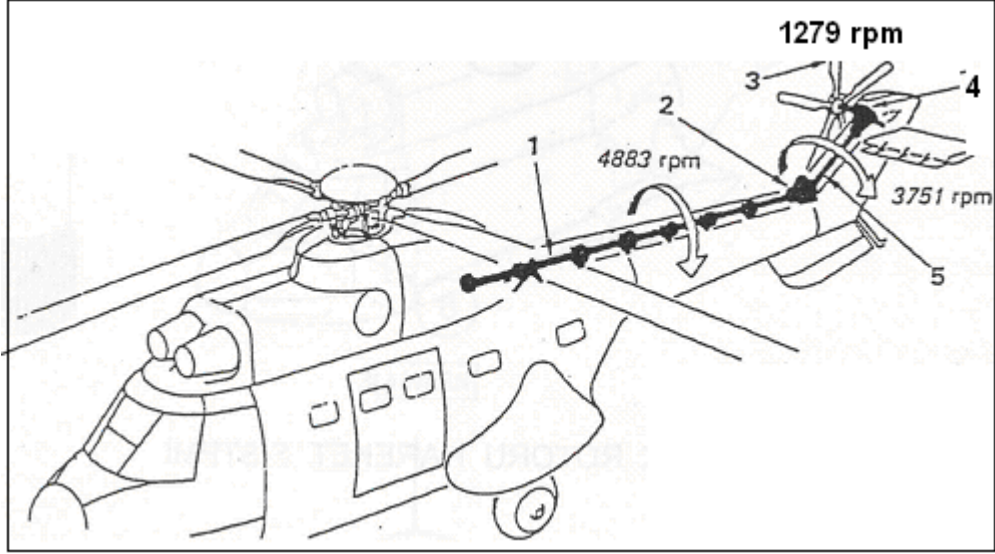
Şekil 2.6: Rotor şaft parçaları

2.5. Ana Dişli Kutusundan Kuyruk Rotoruna

Güç, ana dişli kutusundan kuyruk rotoruna aşağıdaki sırayla iletilir:

- Yatay hareket şaftı (1)
- Ara dişli kutusu (IGB) (2)
- Eğimli dikey şaft (5)
- Kuyruk dişli kutusu (TG8) (4)
- **Yatay hareket şaftı:** Yatay hareket şaftı MGB'den (1) IGB'ye (5) kadar uzanır. Şaft elemanları birbirlerine flexibel parçalarla bağlanmıştır.
- **Ara dişli kutusu:** Ara dişli kutusu hareketini yatay şafttan alır, aldığı dönüş sayısını azaltır ve 140^0 açıyla bu hareketi açılı dikey şafta verir.

- **Eğimli dikey şaft:** Dikey eğimli şaft IGB'den TGB'ye kadar uzanır. Bu şaft, flexible kaplinklerle IGB çıkış flanşına ve TGB giriş flanşına bağlanmıştır.
- **Kuyruk dişli kutusu:** Kuyruk dişli kutusu hareketin yönünü 90° değiştirir. Hareketini eğimli dikey şafttan alır ve kuyruk rotor şaftını döndürür. Şekil 2.7'de kuyruk rotoruna hareket iletimi gösterilmektedir.



Şekil 2.7: Ana dişli kutusundan kuyruk rotoruna hareket iletimi

UYGULAMA FAALİYETİ

Turbo-shaft motorların sürücü redüksiyon dişlilerinin bakımını bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Turbo-shaft motorların ana rotor kısmını motordan söküp parçalarını inceleyip tekrar takınız. ➤ Turbo-shaft motorların dişli kutusunu söküp hareket azaltma dişlilerinin çalışmalarını inceleyip tekrar takınız. ➤ Turbo-shaft motorların ana dişli kutusundan kuyruk rotoruna hareketin nasıl iletildiğini inceleyiniz.	➤ Bu işlemler sırasında rotorun parçalarını görevini, yapısını, motor maketi üzerinde görerek öğreniniz. Sökme işlemine başlamadan önce güvenlik önlemlerini alınız. ➤ Hareket azaltma dişlilerini maket üzerinde görerek inceleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2	Gerekli yardımcı aletleri tezgâha koydunuz mu?		
3	İşlem basamaklarını tespit ettiniz mi?		
4	Söktüğünüz dişlilerin yapısını, isimlerini ve görevlerini öğrendiniz mi?		
5	Söktüğünüz dişlilerin bakımını yaptınız mı?		
6	Söktüğünüz dişlilerin kontrolünü yaptınız mı?		
7	Söktüğünüz dişlilerin işlem sırasına göre tekrar montajını yaptınız mı?		
8	Montajını yaptığınız dişli kutusunu çalıştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi dişli kutularının görevlerindendir?
A) Motordan mile gelen yüksek devirli dönme gücünün devrini düşürerek ana ve kuyruk rotorunu gereken devir sayılarında döndürmek
B) Birden fazla motorlu helikopterlerde motorların gücünü birleştirmek (Tek motorla da çalışma sağlamak)
C) Milin çıkış yönünü, açısını değiştirmek
D) Hepsi
2. Ana rotorun görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Helikopterin kalkış ve öne doğru uçuşunu sağlar.
B) Motordan mile gelen yüksek devirli dönme gücünün devrini düşürerek ana ve kuyruk rotorunu gereken devir sayılarında döndürür.
C) Motorun devreden çıkması hâlinde otomatik olarak dişli ile bağlantısını keser.
D) Paller motorlardan aldıkları mekanik gücü aerodinamik güce dönüştürür.
3. Ana rotor aşağıdakilerden hangisinden oluşur?
A) Rotor şaftı
B) Rotor başı
C) 4 adet pal
D) Hepsi
4. Aşağıdakilerden hangisi rotor şaft parçası değildir?
A) Üst flanş
B) Toz kapağı
C) Yatay hareket şaftı
D) Mafsallı bağlantı
5. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
A) Ara dişli kutusu dikey eğimli şaft IGB'den TGB'ye kadar uzanır.
B) Yatay hareket şaftı hareketini eğimli dikey şafttan alır ve kuyruk rotor şaftını döndürür.
C) Kuyruk dişli kutusu hareketin yönünü 90° değiştirir.
D) Eğimli dikey şaft MGB'den IGB'ye kadar uzanır.

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Paller motorlardan aldığı mekanik gücü dönüştürür.
7. Kuyruk rotorunun iki temel görevi; ana rotor pallerinin sebep olduğu moment etkisinin giderilmesi, diğeri ise hareketin sağlanmasıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 3

AMAÇ

Turbo-shaft motorların bağlantılarını bakım dokümanları (AMM)nda belirtildiği şekilde hatasız kontrol edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

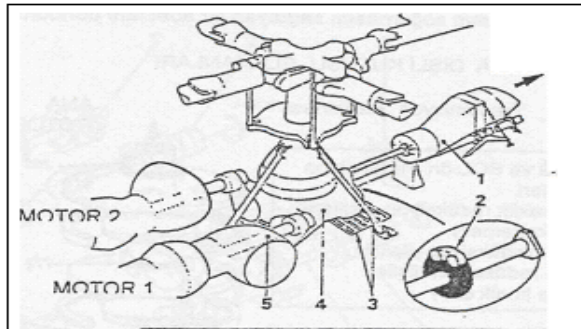
- Çevrenizdeki askerî ve sivil havacılık merkezlerinden bilgi alarak turbo-shaft motorların kavrama (kuplaj) sistemlerini araştırınız.
- Edindiğiniz bilgileri rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu sınıfta sununuz.

3. TURBO-SHAFT MOTORLARIN KUPLAJLARI (KAVRAMALARI)

3.1. Ana Güç Aktarma Sisteminin Görevleri

Ana güç aktarma sistemi, motorlardan aldığı güçle ana rotor ve kuyruk rotor şaftlarını döndürür. Bu sistem şu parçaları içerir:

- Motordan ana dişli kutusuna bağlantı şaftları (5)
- Ana dişli kutusu (MGB) (4)
- MGB dişli kutusu yağlama yağı soğutucu ünitesi (1)
- Rotor freni (2)
- MGB dişli kutusu bağlantıları ve askı montaj yerleri (3). Şekil 3.1'e bakınız.



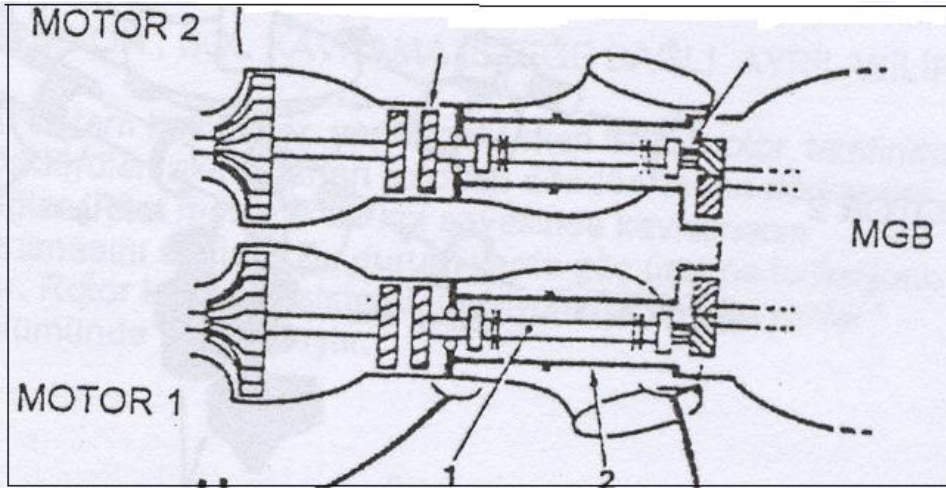
Şekil 3.1: Ana güç aktarma sistemi

3.2. Motor - MGB Arası Bağlantı Şaftları

Motor gücü MGB dişli kutusuna bir tarafı serbest güç türbini arkasına, diğer tarafı MGB-PTO şaftına bağlı bulunan çelik bir şaft (1) ile aktarılır. Bu şaft motora ait ve motoru MGB'ye bağlayan bir bağlantı tüpü (2) içinde döner. Bu top, iki kısımdan meydana gelmiştir ve bir yalpa çemberi ile birleştirilmiştir. Bu çember, motor ile MGB arasında 2°'lik bir esneklik sağlar.

Güç aktarma şartının özellikleri:

- Flexible diyaframlar (4) bölgesi, motor ve MGB arasındaki küçük ayarsızlıkları giderebilir.
- Şaft bağlantı flanşlı motor arkasındaki tarafı (5) sabittir. Buna karşılık MGB tarafı dişli bir kanal içine kayarak oturduğu için şaftın stressiz biçimde motor sökümünde kolaylıkla çıkarılmasını sağlar.
- Şayet diyafram arızalanırsa şaft, flanşlı tutucu ring (3) sayesinde motor üzerindeki yuvasında MGB üzerindeki kısımda kayar flanş (6) tarafından merkezde tutulur.



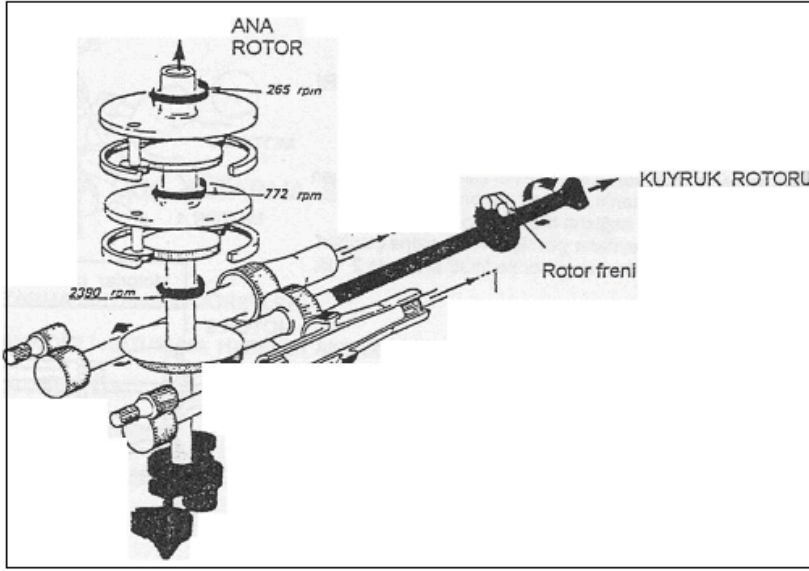
Şekil 3.2: Motor –MGB arası bağlantı şaftları

3.3. Ana Dişli Kutusu (MGB)

Ana dişli kutusu, motorlardan rotolara güç aktarırken dönme devirlerinde de azaltma yapar. MGB aynı zamanda iki adet pompayı döndürerek kendinin ve aksesuarların yağlamasını sağlar. Bunlara ilaveten iki alternatör, iki adet hidrolik pompa ve yağlama yağının soğumasını sağlayan bir adet fanı döndürür. Şekil 3.2'de bağlantı şaftları gösterilmiştir.

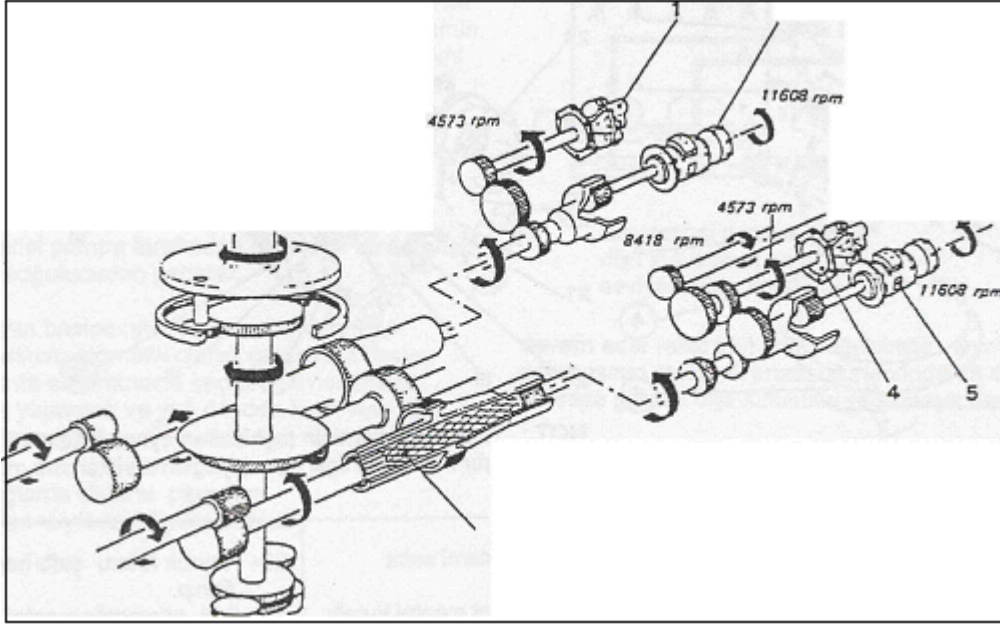
3.3.1. Ana Dişli Kutusu Elemanları

- Transmisyon bağlantısı
 - Sağ ve sol ön redüksiyon dişlileri
 - Episaklık redüksiyon dişlileri (iki kademeli)
 - Arka redüksiyon dişlisi
 - Ana redüksiyon dişlisi (ana konik çift)



Şekil 3.3: Transmisyon bağlantısı

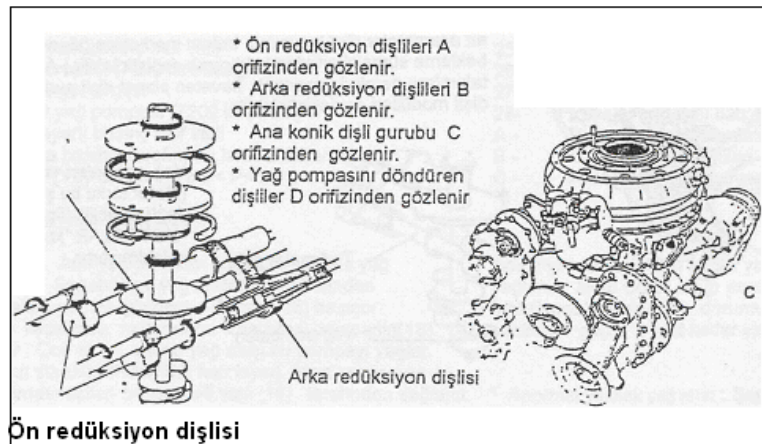
- Aksesuar bağlantısı
 - Sol ve sağ transmisyon bağlantıları:
 - Sol tarafta: Bir alternatör (5), bir hidrolik pompa (4) ve yağlama yağı soğutucu fanı (3)
 - Sağ tarafta: Bir alternatör (2) ve bir hidrolik pompa (1)



Şekil 3.4: Aksesuar bağlantısı

➤ Güç aktarma dişlileri kontrol noktaları

Standart izleme sistemi parçalarından manyetik tapalara ve filtrelere ilave olarak MGB pinyon dişlilerin dişlerini boroskop ile kontrol etmek üzere detayları aşağıda açıklanan kontrol deliği tapaları konmuştur. Şekil 3.5’ te dişli kontrol noktaları gösterilmiştir.



Şekil 3.5: Güç aktarma dişlileri kontrol noktaları

3.4. MGB Bağlantıları ve Askı Kolları

Rotor mastını destekleyen ve rotor şaftını taşıyan MGB periyodik olarak bu karterden dikey ve yatay stres alır. Sert askı kolları bu sarsıntıları gövde yapısına aktarabilir. Bunu önlemek için sarsıntının büyük kısmının nötürlendiği fleksibil askılar, MGB ile helikopter gövdesi arasına bağlanmıştır. Bu tip sistemin titreşimi önlediği bilinir.

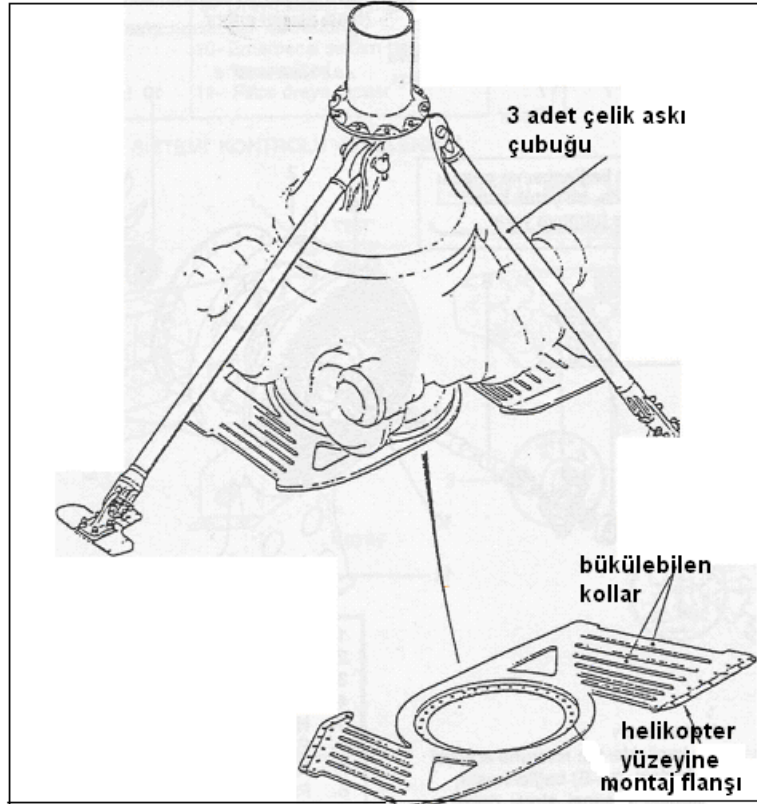
➤ **MGB - ana rotor asamblesi helikopter gövdesine iki seviyede bağlanmıştır.**

Rotor şart yuvasından üç adet set çubukla sarsıntı gövdeye verilir:

- Uçuş esnasında rotor kaldırma yükü
- Yerde rotor ve MGB yükü

MGB’de helikopter gövdesi ile arasına konulan montaj platformu ana rotorun tork reaksiyonu yükünü ve titreşim giderme esnasında da çapraz yükleri giderir.

Pandül gibi askıda olan MGB uzunlamasına doğrultuda 0 noktasında salınım yapar (askı kollarının odak noktası). Ana rotordan gelen bu çok küçük salınımlı titreşimler, tıpkı bir yay gibi karşı etki yaratır.

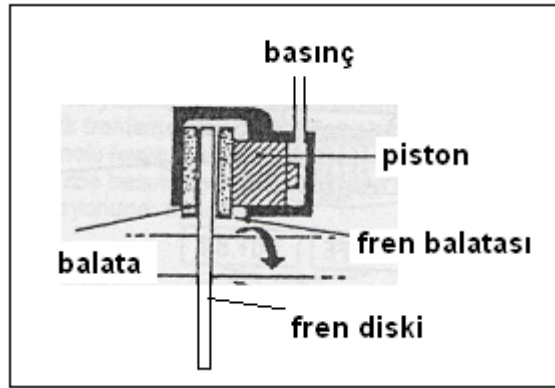


Şekil 3.6: MGB - ana rotor asamblesi

3.5. Rotor Freni

Rotor freni, hidroliki olarak kontrol edilir. Hidrolik basıncı pistonu iterek fren diskini balatalar arasında sıkıştırır. Dinamik ve statik frenleme olmak üzere iki tip frenleme usulü vardır.

- Dinamik frenleme, motorlar durur durmaz rotorun dönüşünü durdurmak için kullanılır. Dinamik frenleme için hidrolik basınç 21 bardır.
- Statik frenleme, yüksek hızla esen rüzgârlarda rotorun dönüşüne mani olmak ve yine aynı şartlarda start işlemini kolaylaştırmak için kullanılır. Statik frenleme için hidrolik basınç 100 bardır.



Şekil 3.7: Motor freni

UYGULAMA FAALİYETİ

Turbo-shaft motorların bağlantılarını bakım dokümanları (AMM)nda belirtildiği şekilde kontrol ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Turbo-shaft motorların motor – MGB arası bağlantı şaftlarını söküp parçaları inceleyip tekrar takınız. ➤ Turbo-shaft motorların güç aktarma dişlilerini söküp kontrol noktalarında kontrollerini yapınız. ➤ Turbo-shaft motorların ana dişli kutusunu söküp dişlilerin yapısını ve çalışmalarını inceleyiniz.	➤ Bu işlemler sırasında MGB'nin parçalarını, görevini, yapısını, motor maketi üzerinde görerek öğreniniz. Sökme işlemine başlamadan önce güvenlik önlemlerini alınız. ➤ Ana dişli kutusunun dişlilerini maket üzerinde görerek inceleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2	Gerekli yardımcı aletleri tezgâha koydunuz mu?		
3	İşlem basamaklarını tespit ettiniz mi?		
4	Söktüğünüz dişlilerin yapısını, isimlerini ve görevlerini öğrendiniz mi?		
5	Söktüğünüz dişlilerin bakımını yaptınız mı?		
6	Söktüğünüz dişlilerin kontrolünü yaptınız mı?		
7	Söktüğünüz dişlilerin işlem sırasına göre tekrar montajını yaptınız mı?		
8	Montajını yaptığınız dişli kutusunu çalıştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Ana güç aktarma sistemi hangi parçalardan oluşur?
A) Motordan ana dişli kutusuna bağlantı şaftları
B) Ana dişli kutusu
C) MGB dişli kutusu yağlama yağı soğutucu ünitesi
D) Hepsi
2. Aşağıdakilerden hangisi ana dişli kutusu elemanı değildir?
A) Transmisyon bağlantısı
B) Aksesuar bağlantısı
C) Rotor şaftı
D) Güç aktarma dişlileri kontrol noktaları
3. Aşağıdakilerden hangisi transmisyon bağlantısı elemanı değildir?
A) Kompresör yuvaları
B) SAĞ ve SOL ön redüksiyon dişlileri
C) Arka redüksiyon dişlisi
D) Ana redüksiyon dişlisi
4. Yağlanması gereken güç aktarma dişlileri aşağıdakilerden hangileridir?
A) Ön redüksiyon dişlileri
B) Arka redüksiyon dişlileri
C) Ana konik dişli gurubu
D) Hepsi

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

5. Ana güç aktarma sistemi,, ana güç aktarma sistemi ana rotor ve kuyruk rotor şaftlarını döndürür.
6. yüksek hızla esen rüzgârlarda rotorun dönüşüne mani olmak ve yine aynı şartlarda start işlemini kolaylaştırmak için kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 4

AMAÇ

Turbo-shaft motorların sürücü sistemlerinin, kumanda sistemlerinin bakımını bakım dokümanları (AMM)nda belirtildiği şekilde yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

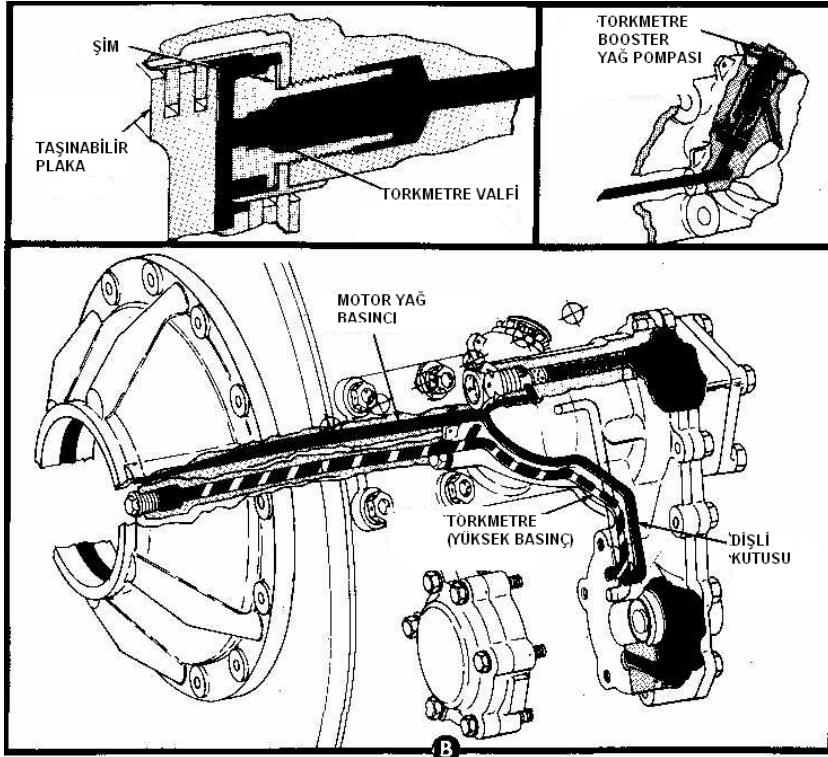
- Turbo-shaft motorlar kumanda sistemlerinin neler olduğunu ve motorun çalışmasındaki görevlerini araştırınız.
- Araştırma için internet ortamını kullanabilirsiniz ve helikopter teknisyenlerinden de bilgi alabilirsiniz.
- Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. TURBO-SHAFT MOTORLARIN KUMANDA SİSTEMLERİ

4.1. Torkmetre Sistemi

- **Görevi:** Motordan çekilen beygir gücünü tork basıncı olarak gösteren sistemdir.
- **Çalışması:** Motor yağlama sisteminden aldığı yağı kendi özel pompası vasıtasıyla 120 PSI'ya çıkararak sisteme gönderir. Devir düşürme dişli düzeniyle koordineli çalışır. Şekil 4.1'de torkmetre sistem şeması gösterilmiştir.
- **Parçaları:**
 - **Sabit plaka:** Motor içinde kalır. Sistemin ana parçası olup 18 adet bilyeye yataklık eder.
 - **Hareketli plaka:** Motor içindedir. Devir düşürme dişli düzeniyle koordineli çalışarak sistemi çalıştırır. Bilyeler vasıtasıyla ileri geri hareket ederek torkmetre valfini açıp kapatır. İleri geri hareketi 2 ile 5 mm kadardır.
 - **18 adet bilya:** Sabit plaka ile hareketli plaka arasında özel yuvalarına dizilmiştir. Hareketli plakanın dönü yönüne esnemesini ileri geri harekete çevirir.
 - **Torkmetre silindiri:** Sistemi komple örterek çalışma yağını içinde toplar. Tork- metre valfi de bu parça üzerine monte edilmiştir.
 - **Torkmetre valfi:** Hareketli plaka tarafından açılıp kapanarak pompadan gelen yağın silindir içine girmesini sağlar.
 - **Sekmanlar:** Torkmetre silindiri ile plakalar arasındadır. Silindir içine dolan yağın sistem dışına kaçmasını önler. Sistemde iki adettir.

- **Torkmetre booster yağ pompası:** Sistemin ana parçasıdır. Motor yağlama sisteminden aldığı yağı ayarlandığı basınç olan 120 PSI yükseltir. N2 dişli kutusuna monte edilmiştir.
- **Parmak filitre:** N2 dişli kutusundadır. Pompanın bastığı yağı süzerek sisteme gönderir.
- **Basınç ayar valve:** Pompa çıkış basıncını ayarlar, N2 dişli kutusu üzerindedir.
- **Kör tapa:** N2 dişli kutusundadır. Sistem basıncı ayarlanırken buraya gösterge bağlanır.
- **Nefeslik:** Sistemin basınç transmitteri ile N1 dişli kutusu arasındadır. Basınç dengelemesi yaparak göstergede doğru değer okunmasını sağlar.
- **Transmitter ve gösterge:** Torkmetre silindiri içine dolan yağın basıncının okutulmasını sağlayan parçalardır.



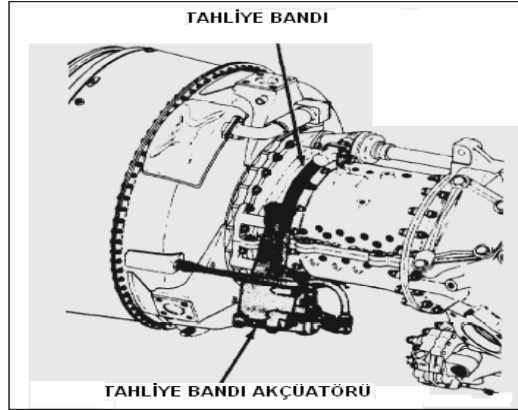
Şekil 4.1: Torkmetre sistem şeması

4.2. Hareketli Hava Giriş Yön Kanatçıkları Sistemi (Vigv)

- **Görevi:** Motorun N1 devri ve dış hava hararetine göre açılıp kapanacak olan havanın motora girmesini sağlar.
- **Çalışması:** Yakıt kontrol cihazından aldığı yakıt basıncı komutası ile çalışır. Yakıt kontrol cihazı tarafından N1 devrine göre kontrol edilir.
- Parçaları:
 - **Yön kanatçıkları:** Motor giriş kısmının son kısmına monte edilen kanatçıkların hareket sahası 45° dir. Kanatçıkların tam kapalı durumu motor eksenine göre 51,5° kapalı tam açık durumu ise 6,5° kapalıdır.
 - **Aktüatör:** Yakıt basıncı ile çalışan bu parça, motor giriş bitimi sağına monte edilmiştir. Bir kol vasıtasıyla kanatçıkları açıp kapatır.
 - **Tekrar komuta bağlantı rotu:** Akçüatör ile yakıt kontrol cihazı arasındadır. N1 zaman ayarı bu rottan yapılır. Helikopterin düz uçuşunda kanatçıkların o anki pozisyonda sabit kalmasına yardımcı olur.
 - **Pilot valf:** Yakıt kontrol cihazının içinde kalır. Cihazın iki bağlantılarıyla çalıştırılarak kanatçık akçüatör pistonunun hangi basınç yapılacağına göre yakıtın yolunu tayin edip kanatçıkların açılıp kapanmasını temin eder.
 - **Yakıt boruları:** Yakıt kontrol cihazından akçüatöre gönderilen ve akçüatörden yakıt kontrol cihazına geri dönmesi gereken yakıtı taşır.

4.3. Hava Tahliye Bandı Sistemi

- **Görevi:** İlk çalıştırma ve düşük devirlerde motorun hızlanmasını, yüksek devirden gaz kesildiğinde ise normal seyrinde yavaşlamasını sağlamak için N1 devri ve dış hava hararetine göre açılıp kapanarak kompresörün elde ettiği basıncın %10'unu atmosfere tahliye eder.
- **Çalışması:** Motorun yayıcı kısımdan aldığı P3 havası ve yakıt kontrol cihazından aldığı komut ile çalışır. Yakıt kontrol cihazı tarafından N1 devrine ve dış hava hararetine göre kontrol edilir.
- Parçaları:
 - **Tahliye bandı:** Kompresör kısmının yayıcı kısma birleştiği yerdeki atmosfere açılan kanalların üzerini kapayacak şekilde monte edilmiş çelik saçtan iki parçalı olarak yapılmıştır. Tahliye bandı Şekil 4.2'de görülmektedir.
 - **Ayar ve çalıştırma düzeni:** Yakıt kontrol cihazında bulunan bu parça, cihazdan aldığı komut ile sistemin çalışmasını temin eder, aynı zamanda sistemin açılıp kapanma anı yine bu parçadan ayarlanır.



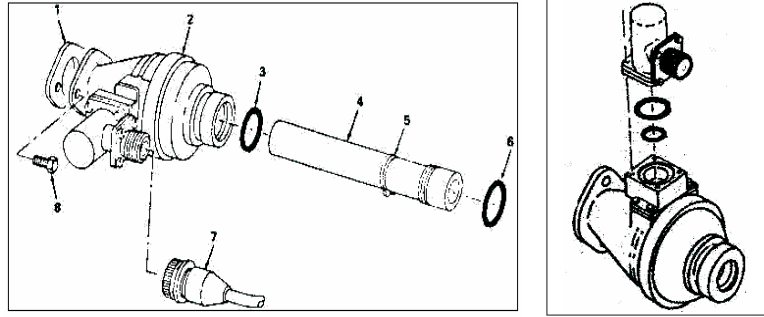
Şekil 4.2: Hava tahliye bandı ve aktüatörü

- **Akçüatör:** Hava basıncıyla çalışacak şekilde tasarlanan piston ve silindirden meydana gelmiştir. Bandın açılıp kapanmasını sağlar. Üzerinde bulunan bir supap vasıtasıyla akçüatöre gelen hava basıncı, akçüatör silindiri içine doldurulduğu gibi yakıt kontrol cihazı üzerinde bulunan ayar ve çalıştırma düzenine gönderilir. Bandın açılması esnasında pistonun anında aşağıya inip bandın seri bir şekilde açılması supap yardımıyla sağlanır.
- **Hava hortumları:** Sistemin çalışması için gerekli hava akışını sağlar.

4.4. Buz Önleme Sistemi – (Anti İce System – De İce System)

- **Görevi:** Değişik iklim şartlarında uçan helikopter motorunun gerek yapılış özelliğinden gerekse dış hava hararetinin etkisinden motor giriş kısmında meydana gelen buzlanmayı önlemektir.
- **Çalışması:** Motorun yayıcı kısmından aldığı P3 havasını kendisiyle ilgili parça ve kanallar vasıtasıyla motor giriş kısmında dolaştırmasıyla çalışır.
- **Kumandası:** Sistem, elektrik arıza emniyetli yapılmıştır. Sistemde bir adet devre kesici ve bir topuzlu tip anahtar mevcuttur. Topuzlu tip anahtarın çalışması, motor giriş kısmına sıcak havanın gönderiliş ve kesilişine göre tasarlanmıştır. Anahtar ON yapıldığında elektriki çalışan selenoide giden elektrik akımı kesilir ve motor giriş kısmına sıcak hava gönderilir. Anahtar OFF yapıldığında ise selenoide elektrik akımı gönderilir ve motor giriş kısmına giden sıcak havanın yolu kesilir. Sistemin bu şekilde yapılmasının nedeni; herhangi bir sebeple helikopter elektrik sistemi tamamen devre dışı kalırsa sistemin hiçbir kumandaya gerek duymadan çalışarak buzlanma problemi olmadan uçuşa devam etmeyi sağlamasıdır.
- **Parçaları:**
 - **Sıcak hava vafi:** Sistemin ana parçasıdır. İçinde bir piston ve kapalı bir odacık ile hava kanalları mevcuttur.
 - **Sıcak hava selenoidi:** Valf üzerine monte edilmiştir. Elektriki olarak kumanda edilerek valfin çalışmasını düzenler.

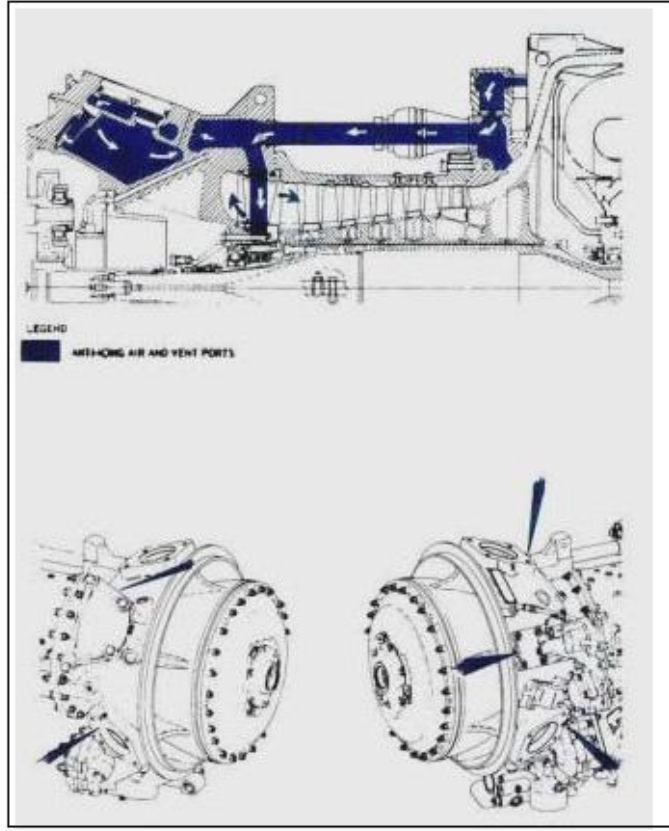
- **Kumanda anahtarı:** Bir adet devre kesici ve topuzlu tip anahtar vardır. Sisteme kumanda eder.
- **Conta ve sıcak hava kanalları:** Conta selenoidin valve monte edildiği yerdedir. Isıya dayanıklı maddeden yapılmıştır. Özelliğini kaybettiğinde sistem kumanda edilmeden devreye girer. Bu nedenle bakımlarda kontrol edilmelidir. Sıcak hava kanalları ise sıcak havayı motor giriş kısmına taşıyan ve dolaştıran kanallardır.
- **İkaz ışıkları:** Sistemdeki buzlanmayı, tıkanıklığı ve sistemin çalışıp çalışmadığını ikaz eden ışıklardır. Bölmeli ikaz panelindedir, helikopter modeline göre görev ve sayısı değişir.



Şekil 4.3: Buz önleme sistem parçaları

➤ **Sistemdeki ikaz ışıkları:**

- **Engine ice dedectör:** Motor buz dedektörü ikaz ışığıdır. Motorda buzlanmayı ikaz eden buz dedektörü tarafından yakılıp söndürülür.
- **Engine iceing:** Motor buzlanma ikaz ışığıdır. Buz dedektörü tarafından yakılıp söndürülerek motorda buzlanmanın başladığı ikaz edilir. Bu ikaz ışığı yandığında buz önleme sistemi devreye sokulmalıdır.
- **De-ice-on:** “Buz önleme sistemi devreye girdi.” ikaz ışığıdır. Sistem devreye sokulduğunda motor giriş kısmında bulunan sıcak hava ikaz anahtarının sıcak havadan etkilenmesiyle yakılıp söndürülür. Bu ikaz ışığı sayesinde sistem anahtarı ON yapıldığında sistemin devreye girip girmediği anlaşılır.
- **Engine inlet air filter:** Motor hava giriş filtresi ikaz ışığıdır. Motor yangın duvarına monte edilen bir dedektör tarafından yakılıp söndürülür. Herhangi bir nedenle filtre tıkanığında (buzlanma veya pislik nedeniyle) bu kısımda meydana gelecek ısı ve hava akımı değişikliğinden etkilenen dedektör, ikaz ışığını yakar. Bu ikaz ışığı yandığında nedeni belli olmadığından ve buz önleme sisteminin de motor giriş kısmı önüne monte edilen filtreye etkisi olmayacağından uçuşa devam edilmeyip emercensi uygulanmalıdır.



Şekil 4.4: Buz önleme sisteminin çalışması

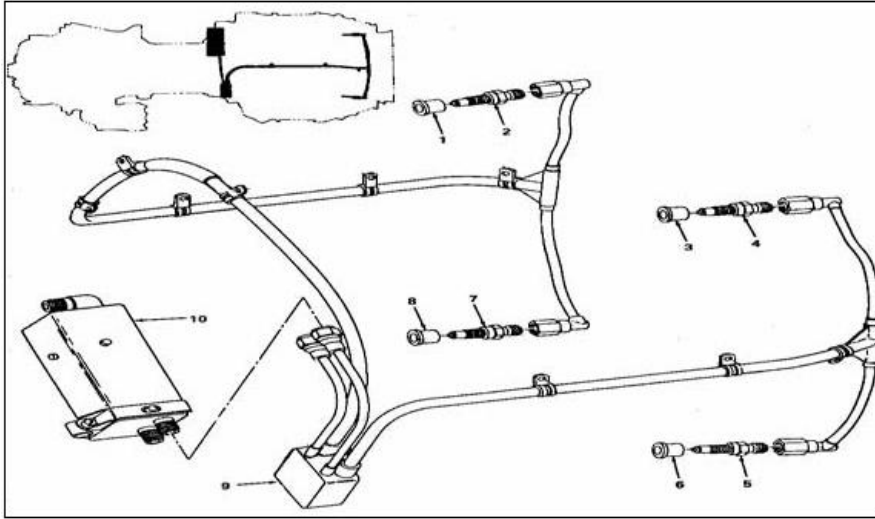
4.5. Dâhilî Soğutma Sistemi

- **Görevi:** Türbinli motorların verimli çalışması için dâhilen soğutulmasını ve ana yatak keçelerinin basınç altında tutulup yağ kaçaqlarının önlenmesini sağlar.
- **Havanın elde edilip dolaştırıldığı yerler**
 - Kompresör rotor disklerinden
 - Santrifüj kompresör uç kısımlarından
 - Yanma odası deflektör kenarından
 - Ekzoz yayıcı kaideleri içinden
- **Sistemin önemi:** Motor yapılış özelliğinden dolayı yüksek ısıda çalışma özelliğine sahiptir. Bu nedenle tasarımı soğutulmasına önem verecek şekilde yapılmıştır. Kompresörün ürettiği havanın %75'lik kısmı, motorun ve yanmış gazların soğutulmasında kullanılır.

4.6. Ateşleme Sistemi

- **Görevi:** Motorun çalıştırılması anında ilk yanma meydana gelebilmesi için bujilerin ateşlemesini sağlayan elektrik akımını üretilip bujilere göndermektir.

- **Çalışması:** Helikopterin DC elektrik sisteminden aldığı 24 ile 28 Volt DC voltajı, ateşleme ünitesi vasıtasıyla 2500 Volt DC yükseltip akım bölücü vasıtasıyla aynı anda tüm bujilere (dört adet) gönderir. Bir saniyede 2 ile 8 defa çakmalıdır.
- **Parçaları**
 - **Ateşleme ünitesi:** Özel yapıya sahip olan bu ünite, helikopterden aldığı voltajı bujilerden ark yapacak şekilde yükseltir. Yapılış olarak radyoaktivite ihtiva ettiğinden üzerindeki talimatta kesinlikle açılmaması belirtilmiştir. Bunun için herhangi bir nedenle parçalanırsa özel ekiplerce imha edilinceye kadar insan vücuduyla temas etmemesi için toprağa gömülerek muhafaza edilmelidir. Kompresör kısmına monte edilmiştir.
 - **Akım bölücü:** Motor yayıcı kısmına monte edilmiştir. Görevi ateşleme ünitesinden yüksek voltajı buji sayısına eşit şekilde ve anında göndermektir.
 - **Bujiler:** Gelen yüksek akımın anottan katoda ark şeklinde akmasını temin edebilecek şekilde imal edilmiştir.
 - **Kumanda anahtarı:** Sistemde bir adet koruyucu olan devre kesici ile kolektif levye üzerindeki tetik anahtarı ile birlikte çalışan bir anahtar mevcuttur. Motor çalıştırılmak üzere tetik anahtarına basıldığı anda sistem devreye girerek bujilerde devamlı bir ateşleme başlar. Anahtardan el çekildiğinde ise devre dışı kalır.



Şekil 4.5: Motorun ateşleme sistem parçaları

4.7. Elektrik Sistemi

- **Görevi:** Motor üzerinde çalışması gereken parçalara elektrik akımı götürmek, çalışan parçalardan aldığı sinyalleri kabindeki ikaz ışık ve göstergelere göndermektir.
- **Çalışması:** Sistem, helikopter elektrik sisteminin bir parçası olmasına rağmen motorla birlikte sökölüp takıldığı için motor elektrik sistemi olarak adlandırılır. Helikopter elektrik sisteminden gönderilen elektrik akımını gerekli yerlere iletir. Sisteme kendi soketleriyle irtibatlandırılmıştır. Herhangi bir nedenle motor, helikopterden ayrılırsa bu soketler vasıtasıyla helikopter elektrik sisteminden ayrılır.
- **Motor elektrik kablosu:** Motor üzerinde kalan bu parça, birçok koldan meydana gelmiş komple bir parçadır. Görünüm olarak ahtapota benzemesi nedeniyle “ahtapot kablo” da denir. Kendi özel soketiyle helikopter elektrik sistemine bağlanır. İrtibatlandığı sistem kollarından biri arızalandığında arızalı kısım onarılmaz, komple değiştirilir.

Motorunda ahtapot kablo ile elektrik akımı verilen ve alınan yerler şunlardır.

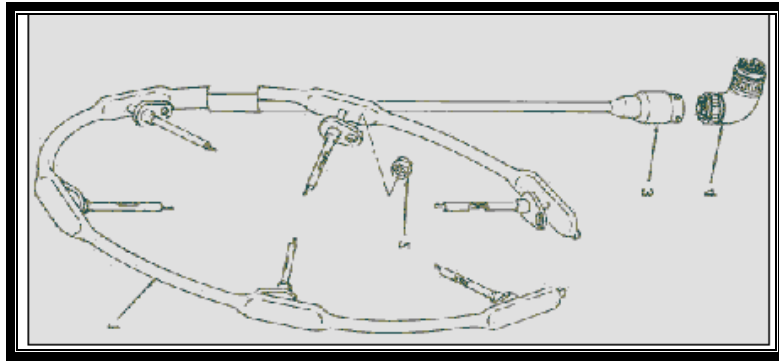
- **Elektrik akımı verilen yerler:**
 - Ateşleme ünitesi
 - İlk çalıştırma yakıt selenoidi
 - Devre değiştirme selenoidi
 - Sıcak hava (de-ice)(anti-ice) selenoidi
- **Elektrik akımı alınan yerler:**
 - Yağ hararet tüpü
 - N1 ve N2 takometre jeneratörleri
- **Diğer elektrik sistemleri**
 - **Elektrik akımı aldığı parçalar:**
 - Yakıt farklı basınç ve düşük yağ basınç ikaz anahtarları
 - Motor yağ basınç ve torkmetre basınç transmitterleri
 - Motor chip dedektörü
 - Starter-stand by jeneratörü
 - **Elektrik akımı verilen parçalar:**
 - Rolanti durdurma selenoidi
 - Elektriki gaz kolu
 - Starter-stand by jeneratörü

4.8. Egzoz Sistemi

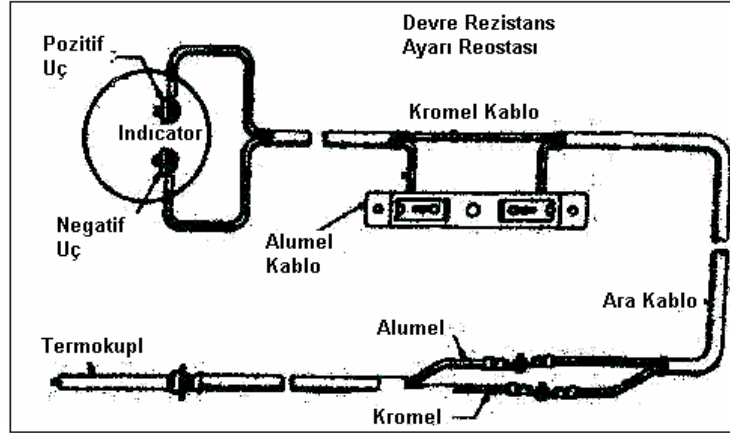
- **Görevi:** Egzoz gazlarının motoru terk etmeden önce ısılarının okunmasını temin etmek için teçhiz edilen bir sistemdir.
- **Çalışması:** Helikopterin elektrik sistemiyle hiçbir ilgisi yoktur, kendi ürettiği voltajla çalışır.

➤ **Parçaları:**

- **Termokupiller:** Isıya duyarlı iki değişik madenden komple olarak yapılmıştır. Egzoz yayıcısına monte edilmiştir, ısıdan etkilenen kısımları uç (prop) olarak adlandırılır. Bu uçların sayısı motor modeline göre değişir. Motor çalışıp da yanmış gazlar egzozdan atılmaya başladığı anda ısıya duyarlı uçlar etkilenerek yapılarında bulunan alumel ve kromel adlı iki değişik maden arasında potansiyel fark oluşur. Bu potansiyel fark nedeniyle meydana gelen milivolt cinsinden elektrik akımı bütün uçlardan alınarak tek bir noktada (dirsek) toplanır, göstergeye iletilerek egzoz gazlarının ısısı okunur. Uçlarda oluşan voltaj, tek noktada toplandığından tek bir uça hata olursa okunan değer yanlış olacaktır. Bu nedenle termokupilin değişmesi gerekir. Fakat parça bütün yapıldığından komple değiştirilir.
- **Rezistans:** Sistem donanımının yapısından doğan direnç, termokupil uçlarında üretilen voltaj değerini etkileyeceğinden göstergede hatalı değer okunacaktır. Ayrıca dış hava hararetinin de ısıya duyarlı madenler üzerindeki etkisi de aynı olacağından sisteme ayarlanabilir bir rezistans konulmuştur. Bu rezistans sayesinde sistem üzerindeki etkiler ortadan kaldırılıp göstergede doğru değer okunur.
- **Gösterge ve kablo donanımı:** Sistemdeki göstergenin yapısı, bir çeşit milivoltmetredir. Göstergesi ise ısı derecesi olarak taksimatlandırılmıştır. Kablo tertibatı, termokupil ile gösterge arasında bağlantıyı sağlar.



Şekil 4.6: Motor termokupil kablosu



Şekil 4.7: Motor egzoz sistem bağlantı şeması

- **Temel EGT'nin tespiti:** Motorun günlük kontrolleri yapılarak gizli kalmış arızaları tespit edebilmek için önceden nirengi olarak bazı değerlerin tespiti gerekir. Buna temel EGT denir. Motorda işlem yapılmadığı sürece bu tespit edilen değerler, uçuş ömrü boyunca nirengi olarak kullanılır. Fakat motor üzerinde yapılabilecek bazı işlemlerden sonra temel EGT değerleri yeniden hesaplanarak ilgili formlara kaydedilmelidir. Temel EGT'nin hesaplanmasını gerektiren nedenler şöyle sıralanabilir:
 - Motor yeni imal edildiğinde,
 - Motor revizyon görerek yenileştirildiğinde,
 - EGT değerini etkileyecek bazı ayar ve onarımlar yapıldığında,
- **Temel EGT hesaplama grafiği:** Temel EGT'nin hesaplanmasında kullanılan grafik, ilgili motorun TM55-2840-229-23 numaralı teknik talimnamesinden çıkarılarak kullanılır. Grafiğin kullanılması esnasında yapılacak hataları düzeltmek için kurşun kalem kullanılmalı ve hesaplama çok hassas yapılmalıdır. Aksi takdirde sonraki kontroller hatalı olacağından maddi ve manevi kayıplar artacaktır.
- **Motor EGT kontrolü (H.I.T.):** Motor EGT kontrolü, her günün ilk uçuşundan önce 24 saat esasına göre yapılır. Gayesi motorda kendini belli etmeyen herhangi bir arızanın olup olmadığının tespittir.
- **Motor EGT kontrol kartı:** Bu kart, temel EGT hesaplanarak doldurulduktan sonra ilgili helikopterin dosyasında ve helikopterin içinde muhafaza edilir.

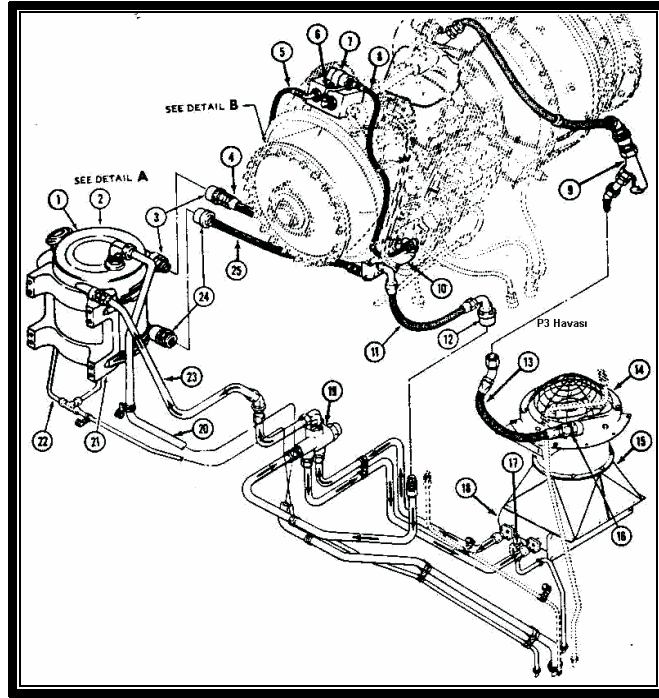
4.9. Yağlama Sistemi

- **Sistemin görevi:** Çalışan parçaların çalışma kolaylığını sağlamak ve bu parçaların soğumasını temin etmektir.

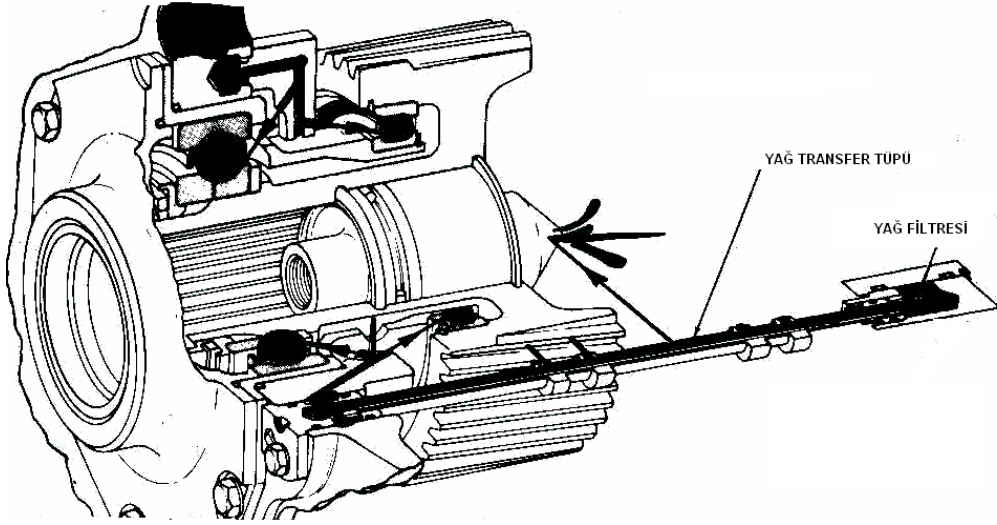
➤ **Parçaları:**

- **Motor yağ deposu:** Motor yağının depolandığı parçadır. Motor kompartımanının sağına monte edilmiştir. Üzerinde bir adet doldurma kapağı, iki adet gözetleme penceresi, yağ gidiş ve dönüş hattıyla bir adet motor nefesliği ve bir adet depo nefesliği mevcuttur. Ayrıca doldurma kapağı altına bir taşıma kabıyla depo alt kısmına boşaltma musluğu yerleştirilmiştir. Depo kapasitesi gözetleme pencerelerinden kontrol edilir. Deponun her zaman üst penceredeki işaret çizgisine kadar dolu olması gerekir. Herhangi bir nedenle depodaki yağ seviyesi azalmışsa üst pencereden yağ görünmemesine rağmen alt pencere tam doluysa (hava kabarcıksız) helikopter emercensi olarak uçurulabilir. Ayrıca yağ deposunun motor haricinde olması nedeniyle bu tip türbinli motorlara kuru karterli tip motorlar denir.
- **Yağ pompası:** N1 dişli kutusundan hareketini alan bu parça, dişli tip çift elemanlı olarak yapılmıştır. Elemanlardan bir tanesi basınç hattına diğeri ise dönüş hattına ayarlandığı basınçta yağ basar. Bu nedenle bu motorlarda hem basınç hem de dönüş hattında aynı basıncı okumak mümkündür.
- **Yağ filtresi:** Değişik tip elemana sahip olan filtre N1 dişli kutusunda yağ pompası üzerine monte edilmiştir. Sisteme giden motor yağını süzmekle görevlidir. Bazı tiplerin elemanı tek bazılarının değişik sayıdaki disklerden meydana gelmiştir. Filtre sökölüp takılırken contalarına hasar vermemeye dikkat edildiği gibi elemanını hasarlandırmamak için kapağı üzerinde yazılı tork değeri kadar sıkılıp emniyete alınmalıdır.
- **Yağ hararet tüpü:** Yağ pompası üstüne yerleştirilmiş, içi ısıya duyarlı gazla doldurulmuş bir parçadır. Sistem yağının hararetini göstergede okutmaya yarar.
- **Yağ basınç ayar valfi:** Yağ pompası üzerine yerleştirilmiştir. Tansiyonu değiştirilebilen bir yay ve bir popetten meydana gelmiştir. Dışarıdan müdahaleyle yayın tansiyonu değiştirilerek pompanın bastığı yağ basıncını ayarlamaya yarar. Motorun rolanti devrinde ise yağ basıncı her iki motor içinde 25 PSI civarındadır.
- **Yağ radyatörü:** Yağlama görevi esnasında çalışan parçaların ısınısını üzerine alarak ısısı yükselen yağın soğutulmasını temin eder. Radyatörden geçen yağın soğutulması, birbirine irtibatlı iki pervaneden birinin motor yayıcı kısmından alınan (piggy back) P3 havası ile döndürülerek diğerrinin de dönmesiyle meydana getirilen hava cereyanıyla sağlanır. Pervanelerden biri daima motor yayıcı kısmından alınan sıcak havaya maruz kaldığından bakım ve kontrollerde elle çevrilip normal dönüşü kontrol edilmelidir.
- **Chip detektör:** Motor yağının toplandığı en derin yer olan N1 dişli kutusunun sağ altına yerleştirilmiştir. Manyetik yapıya sahip olup yağ içindeki madeni talaşları üzerine toplar.

- **Yağ jetleri ve yağ kanalları:** Yağ kanalları motorda yağlanması gereken kısımlara motor yağını iletmekle görevlidir. Yağ jetleri ise yağlanacak kısımlara yağın basınçlı olarak ulaşmasını temin eder.
- **Basınç ve hararet gösterge sistemi:** Borda paneline yerleştirilmiş PSI ve hararet derecesi olarak taksimatlandırılmış iki adet göstergedir. Basınç göstergesi filtre basınç çıkış ucundan alınan yağ basıncının devresinde bulunan transmitteri etkilediği kadar değer gösterir. Hararet göstergesi ise yağın hararetinin hararet tüpü içindeki ısıya duyarlı gazı etkilediği kadar değer gösterir.
- **İkaz sistemi:** Motor yağlama sisteminde yağ basıncı 25 PSI'ın altına düştüğünde düşük yağ basınç ikaz anahtarı tarafından yakılan düşük yağ basınç ikazı mevcuttur.



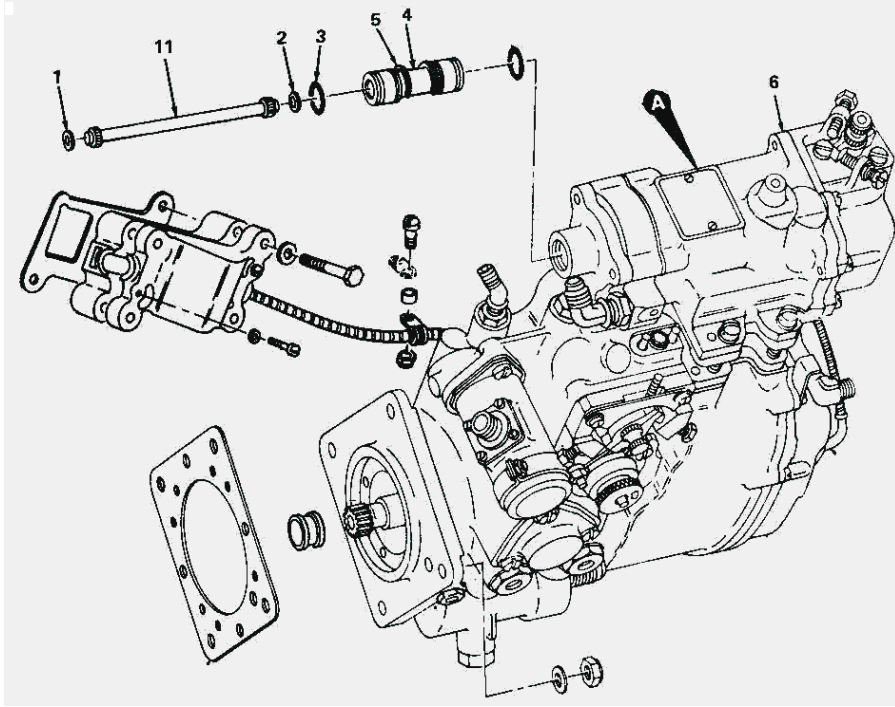
Şekil 4.8: Motor yağlama şeması



Şekil 4.9: Devir düşürme dişli düzeninin yağlama şeması

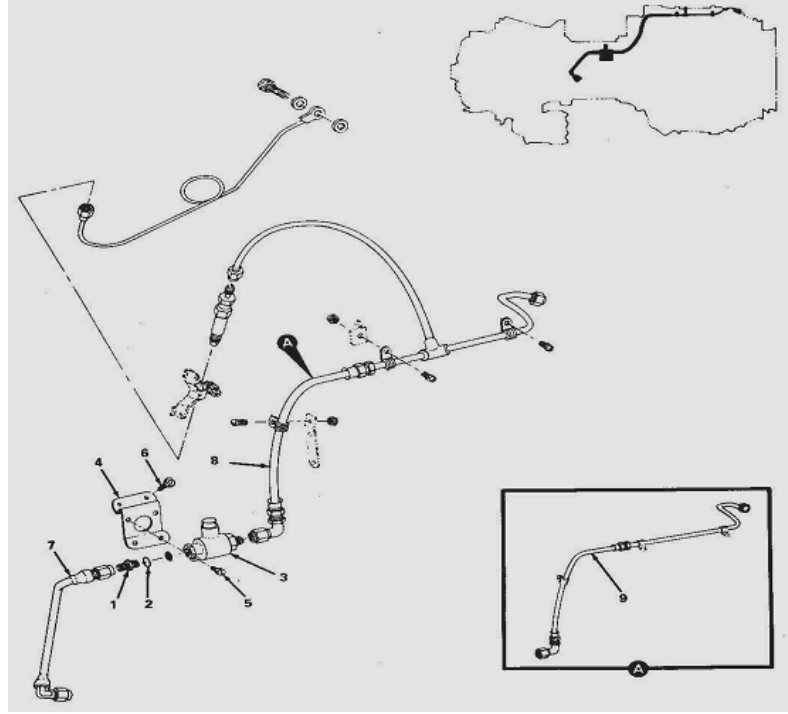
4.10. Yakıt Sistemi

- **Motor yakıt sisteminin görevi:** Depolardan gelen yakıtı motorun çalışma düzenine göre ayarlanıp kendisiyle ilgili parçalar vasıtasıyla yanma odasına gönderip motorun çalışmasını sağlamaktır.
- **Parçaları**
 - **Yakıt kontrol cihazı:** Motor yakıt sisteminin ana parçasıdır. Her türlü çalışma şartlarında yanma odasına giden yakıtı ayarlar. Cihaza giren yakıt, ilk önce çift elemanlı yakıt pompasına gelir. Burada basınçlandırıldıktan sonra filtreye gelir. Filtre çift elemandan meydana gelmiştir. Elemanlardan bir tanesinden süzülen yakıt (servo filitre) ilk çalıştırma yakıtı olarak cihaz dışına çıkar. Diğer elemandan süzülen yakıt devre değiştirme selenoidine gelir. Bu selenoidin görevi, yakıtın otomatik veya emercensi ölçüleme memesinden geçiş yolunu ayarlamaktır. Yakıt selenoidin yönlendirdiği yoldan geçtikten sonra cut - off valve gelerek buradan da cihaz dışına ana yakıt olarak çıkar. Yakıt, otomatik ölçüleme memesinden geçerken miktarı mekaniki computer ile emercensi ölçüleme memesinden geçerken ise mekaniki gaz koluyla ayarlanır. Yakıt kontrol cihazı hareketini N1 dişli kutusundan alır.



Şekil 4.10: Yakıt kontrol cihazı ve aşırı hız governörü (overspeed governör)

- **Aşırı hız governörü:** Hareketini N2 dişli kutusundan alan bu parça, motorun çalışma düzeni ve verilen kumandalara göre otomatik ölçüleme memesinden geçen yakıtın ayarlanması için mekanik computere yardımcı olur. Yakıt kontrol cihazı içindeki yakıt akışı emercensi ölçüleme memesinden geçiyorsa mekanik computer devre dışı kalacağından aşırı hız governörü de görevini yapamaz.
- **İlk çalıştırma yakıt devresi:** Yakıt kontrol cihazından çıkan ilk çalıştırma yakıtının yanma odasına götürülmesini sağlar. Devrede ilk çalıştırma yakıt selenoidi, yakıt boruları, 4 adet ilk çalıştırma yakıt memesi bulunmaktadır. Ayrıca bu devreye P4'ten aldığı hava ile ilk çalıştırma yakıtı memelerini soğutup temizleyen check - filter valve ilave edilmiştir.



Şekil 4.11: Motorun ilk çalıştırma yakıt devresi

- **Ana yakıt devresi:** Yakıt kontrol cihazından çıkan ana yakıtın yanma odasına götürülmesini sağlar.
- **Elektrikli ve mekanik gaz kolları:** Motor yakıt sistemine kumanda eden kısımlardır. Aşırı hız governörüne kumanda edilerek motorun çalışma şartlarına göre yakıtın ayarlanması sağlanır.
- **İkaz devresi:** Motor yakıt sisteminde bir adet ikaz ışığı vardır. Bu da yakıt kontrol cihazı içindeki çift elemanlı yakıt pompasının elemanları arasında 50 PSI basınç farkı olduğunda yakıt farklı basınç anahtarı tarafından yakılan ENGINE FUEL POMP ikaz ışığıdır.

➤ **Yakıt kontrol cihazına bilgi ve komuta ulaştıran kaynaklar**

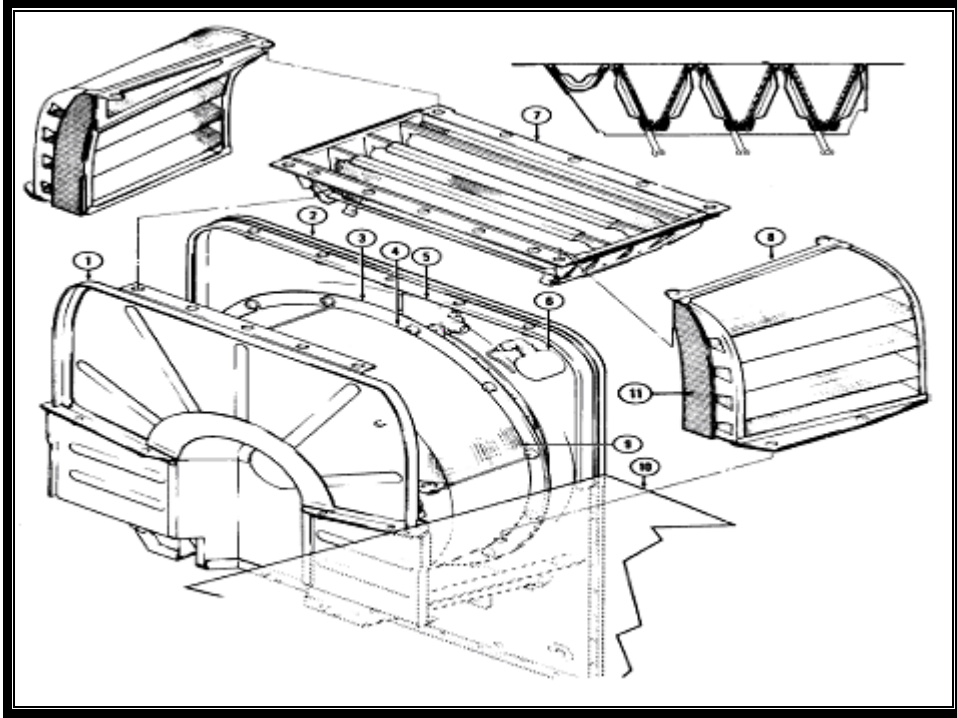
Yakıt kontrol cihazı içindeki mekanik computer otomatik ölçüleme memesinden geçen yakıtı motorun ideal çalışma düzenine göre ayarlayabilmesi için bazı yerlerden sinyal alır, bu sinyaller şunlardır:

- P1 basıncı: Motora giren hava basıncı bir rekorla alınıp yakıt kontrol cihazındaki computere iletilir.
- T1 harareti: Motora giren havanın harareti sensör denilen ısıya duyarlı bir elemanla alınarak yakıt kontrol cihazındaki computere iletilir.
- Kolektif komuta (O/S governör vasıtası ile): Kolektif komuta devri sabit tutma regülatörü (drop cam) vasıtası ile aşırı hız governörüne iletilir.
- Mekanik gaz kolu: Gaz kolu hareketi kontrol boruları vasıtası ile yakıt kontrol cihazına iletilir.

- N2 devri: Aşırı hız governörü hareketini N2 sisteminden almaktadır.
 - (6) N1 devri: Yakıt kontrol cihazı N1 sisteminden dönüş hareketi almaktadır.
- **Helikopter yakıt sisteminin kumandası:** AB 205 ve UH 1-H modeli helikopterlerde:
- 1 adet ana yakıt anahtarı hem shut - off valve hem de sağ ve sol depo içindeki boost pompalara kumanda eder.
 - 1 adet governör anahtarı yakıt kontrol cihazındaki devre değiştirme selenoidine kumanda eder.
 - Yedek yakıt depoları takıldığında o sisteme ait kumanda paneli sonradan monte edilir.
- **Sistem emercensisi:** Helikopter yakıt sisteminde olabilecek arızalar nedeniyle emercensi uygulamalar yapılmalıdır. Bunlardan en önemlisi devre değiştirme selenoidine kumanda eden gavınnır anahtarının otomatik durumdan emercensi duruma alınmasıdır. Bunu gerektiren nedenlerin bazılarını şöyle sıralayabiliriz:
- Aşırı hız governör arızası
 - Hava hararet hassas eleman arızası
 - Elektriki gaz kolu sistem arızası
 - Devri sabit tutma regülatör arızası
 - RPM ikaz kutusu ayarı
 - Uçuşa stop eden motorun çalıştırılmasında
 - Governör komuta sistemindeki özel pimin kesilmesinde
 - Sıcak çalıştırmada

4.11. Toz / Kum Ayırıcı Sistemi (Particle Separator-Air Induction System)

- **Görevi:** Motordaki aşınmanın oranını düşürmek ve FOD (yabancı madde hasarı) etkisini azaltmak için motora giren havanın içindeki yabancı maddeleri ayıran sistemdir.
- **Çeşitleri**
- **Kendini temizleyen tip:** Motor yayıcı kısmından alınan P3 havası bu odacıkta dolaştırılarak hem sistem temizlenir hem de hava içindeki yabancı maddeler daha kolay ayrıştırılır. Motor giriş kısmına monte edilmiştir.
 - **Geliştirilmiş tip (improved particle separator (IPS)- air induction system):** Gövde üzerinde motor giriş kısmına monte edilmiştir. Motor domuz sırtından (piggyback) aldığı P3 havası ile sistem çalışır.



Şekil 4.12: Motor hava giriş filtresi

UYGULAMA FAALİYETİ

Turbo-shaft motorların sürücü sistemlerinin, kumanda sistemlerinin bakımını bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Turbo-shaft motorların ateşleme sisteminin elemanlarını söküp inceleyiniz, tekrar yerlerine takınız. ➤ Turbo-shaft motorların yakıt sisteminin elemanlarını söküp inceleyiniz, tekrar yerlerine takınız. ➤ Turbo-shaft motorların yağlama sisteminin elemanlarını söküp inceleyiniz, tekrar yerlerine takınız. ➤ Turbo-shaft motorların egzoz sisteminin elemanlarını söküp inceleyiniz, tekrar yerlerine takınız. ➤ Turbo-shaft motorların elektrik sisteminin elemanlarını söküp inceleyiniz, tekrar yerlerine takınız.	➤ Bu işlemler sırasında turbo-shaft motorlar tüm kumanda sistemlerinin görevlerini, parçalarını maket üzerinde görerek ve yaparak öğreniniz. ➤ Sökme işlemlerine başlamadan önce güvenlik önlemlerini alınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2	Gerekli yardımcı aletleri tezgâha koydunuz mu?		
3	İşlem basamaklarını tespit ettiniz mi?		
4	Söktüğünüz yakıt sistemi elamanlarının yapısını, isimlerini ve görevlerini öğrendiniz mi?		
5	Söktüğünüz elamanların bakımını yaptınız mı?		
6	Söktüğünüz elamanların kontrolünü yaptınız mı?		
7	Söktüğünüz elamanların işlem sırasına göre montajını tekrar yaptınız mı?		
8	Montajını yaptığınız yakıt ssitemini çalıştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme’ ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi turbo-shaft motorların kumanda sistemlerinden değildir?
A)Torkmetre sistemi
B)Hareketli hava giriş yön kanatçıkları sistemi
C)Yağlama sistemi
D)Transmisyon sistemi
2. Aşağıdakilerden hangisi hareketli hava giriş yön kanatçıkları sistemi elemanıdır?
A)Yön kanatçıkları
B)Akçüatör
C)Tekrar komuta bağlantı rotu
D)Hepsi
3. Aşağıdakilerden hangisi dâhilî soğutma sisteminde havanın dolaştırıldığı yerlerden değildir?
A) Kompresör rotor diskleri
B)Torkmetre
C) Santrifüj kompresör uç kısımları
D)Yanma odası deflektör kenarı
4. Aşağıdakilerden hangisi buz önleme sisteminin elemanı değildir?
A) Yön kanatçıkları
B) Sıcak hava selenoidi
C) Kumanda anahtarı
D) Conta ve sıcak hava kanalları
5. Termokupill hangi sistemin bir elemanıdır?
A) Ateşleme sistemi
B) Yağlama sistemi
C) Egzoz sistemi
D) Yakıt sistemi

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Torkmetre sistemi motordan çekilen beygir gücünü olarak gösteren sistemdir.
7. egzoz gazlarının motoru terk etmeden önce ısılarının okunmasını temin etmek için teçhiz edilen bir sistemdir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme” ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerin hangisi turbo-shaft motorun ana bölümlerindendir?
A) Hava giriş kısmı (Air inlet section)
B) Kompresör kısmı (Compressor section)
C) Yayıcı kısım (Diffuser section)
D) Tümü
2. Aşağıdakilerden hangisi motor giriş kısmında bulunan parçalardan değildir?
A) Devir düşürme dişli gurubu
B) Torkmetre
C) Kompresör yuvaları
D) Hava giriş yön kanatçıkları
3. Aşağıdakilerden hangisi motorda dönü ve gücün üretildiği dönen parçadır?
A) Kompresör
B) Türbin
C) Yanma odası iç gömleği ve reflektör
D) Nozul
4. Aşağıdakilerden hangisi dişli kutularının görevlerindendir?
A) Motordan mile gelen yüksek devirli dönme gücünün devrini düşürerek ana ve kuyruk rotorunu gereken devir sayılarında döndürmek
B) Birden fazla motorlu helikopterlerde motorların gücünü birleştirmek (Tek motorla da çalışma sağlamak)
C) Milin çıkış yönünü, açısını değiştirmek
D) Hepsisi
5. Ana rotorun görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Helikopterin kalkış ve öne doğru uçuşunu sağlar.
B) Motordan mile gelen yüksek devirli dönme gücünün devrini düşürerek ana ve kuyruk rotorunu gereken devir sayılarında döndürür.
C) Motorun devreden çıkması hâlinde otomatik olarak dişli ile bağlantısını keser.
D) Paller motorlardan aldıkları mekanik gücü aerodinamik güce dönüştürür.
6. Ana rotor aşağıdakilerden hangisinden oluşur?
A) Rotor şaftı
B) Rotor başı
C) 4 adet pal
D) Hepsisi
7. Ana güç aktarma sistemi hangi parçalardan oluşur?
A) Motordan ana dişli kutusuna bağlantı şaftları
B) Ana dişli kutusu
C) MGB dişli kutusu yağlama yağı soğutucu ünitesi
D) Hepsisi

8. Aşağıdakilerden hangisi ana dişli kutusu elemanı değildir?
- A) Transmisyon bağlantısı
 - B) Aksesuar bağlantısı
 - C) Rotor şaftı
 - D) Güç aktarma dişlileri kontrol noktaları
9. Aşağıdakilerden hangisi transmisyon bağlantısı elemanı değildir?
- A) Kompresör yuvaları
 - B) SAĞ ve SOL ön redüksiyon dişlileri
 - C) Arka redüksiyon dişlisi
 - D) Ana redüksiyon dişlisi
10. Aşağıdakilerden hangisi turbo-shaft motorların kumanda sistemlerinden değildir?
- A) Torkmetre sistemi
 - B) Hareketli hava giriş yön kanatçıkları sistemi
 - C) Yağlama sistemi
 - D) Transmisyon sistemi
11. Aşağıdakilerden hangisi hareketli hava giriş yön kanatçıkları sistemi elemanıdır?
- A) Yön kanatçıkları
 - B) Akçüatör
 - C) Tekrar komuta bağlantı rotu
 - D) Hepsi
12. Aşağıdakilerden hangisi dâhilî soğutma sisteminde havanın dolaştırıldığı yerlerden değildir?
- A) Kompresör rotor diskleri
 - B) Torkmetre
 - C) Santrifüj kompresör uç kısımları
 - D) Yanma odası deflektör kenarı

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ – 1’İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	B
4	C
5	A
6	Beygir gücünü
7	Ekzozdan atılan

ÖĞRENME FAALİYETİ – 2’NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	D
4	C
5	C
6	Aerodinamik güce
7	Dikey eksen etrafındaki

ÖĞRENME FAALİYETİ – 3’ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	A
4	D
5	Motordan aldığı güçle
6	Statik frenleme

ÖĞRENME FAALİYETİ – 4’ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	B
4	A
5	C
6	Tork basıncı
7	Egzoz sistemi

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	B
4	D
5	A
6	D
7	D
8	C
9	A
10	D
11	D
12	B

KAYNAKÇA

- ŞAHİN Kaya, **Uçaklar ve Helikopterler**, İnkılâp Yayınevi, İstanbul, 1999.
- KIRMACI Tefik, **Uçak Teknik Temel Motor**, Türk Hava Yolları Akademisi Basımevi, İstanbul, 2000.
- EREL Can, **Uçak Motorları Temel Teori ve Uygulamaları**, Uçak Motor Sistem Mühendisliği Eğitim Serisi, İstanbul, 1997.
- **Engineering Training Program Modules**, General Electric, 1996.
- **Genel Uçak Sistemleri**, Hava Teknik Okul Komutanlığı Basımevi, İzmir, 1987.